Dictionary of Physics (Gujarati)

પદાર્થવિજ્ઞાનનો પરિચય

[illegible] : વી. એલ. શાહ.

AHMEDABAD

અમદાવાદ બુક ડીપો – અમદાવાદ

Dictionary of Physics (Gujarati)

પદાર્થ વિજ્ઞાનનો પરિચય

૦-૭-૦

AHMEDABAD

વી. એલ. શાહ.
B. Sc., S. T. C.

અમદાવાદ બુક ડીપો – અમદાવાદ

Published by
Mangaldas P. Nand.
for Ahmedabad Book
Depot, Ahmedabad.

1st Edition] 1940 [2200 Copies.

Printed by Keshavlal
Shankalchand at The
Vir Vijay Printing Press,
Ratan Pole, Ahmedabad.

The New Matriculation Syllabus.

Physics

1. Archimedes, upward pressure of water, floating bodies, use of hydrometers (variable immersion, density and relative density.

2. Liquids in communicating vessels; fountains; water supply to cities. Capillary tubes and Bramah's Press.

3. Galileo, Toricelli and Pascal. Pressure of air, Pressure of air on high mountains. Density of air at great height. Ascent of Mt. Everest. Mercury barometer. Aneroid barometer. Effect of pressure on boiling liquids.

4. Ink-filler; a syringe; suction pump; kerosene oil pump; cycle pump. The force pump with an air barrel.

5. Von Guerrick. Air pump. (Omit discussion regarding different types of air pumps). Magdeburg hemispheres; effect of the reduction of pressure on a barometer placed in vacuum. Baroscope. Vacuum does not carry sound.

6. Boyle Relation between P and V. Distinction between pressure exerted by solids, liquids and gases. Elementary idea of Kinetic Hypothesis.

7. Air cushions, pneumatic tyres, vacuum post. Football, siphon (ordinary and intermittent). Vacuum fountain, Hero's fountain, intermittent fountain, Primus stove; (detailed explanation is not expected).

8. Elasticity, spring balance, buffers, bending of beams, spring board.

9. Aeroplanes, Cartesian Divers, Submarines, Parachutes. Diver's Dress. (The

treatment should be elementary and popular.)

10. Newton, Motion; average speed, velocity, composition of velocities; circular motion.

11. Acceleration, momentum; force; Inertia; Parallelogram of forces. Action and reaction are equal and opposite. Work, Power, Energy, Law of conservation of energy. Friction, Brakes.

12. Lever, Law of moments; Balance; Pulley fixed and movable, Inclined plane, applications of the Screw, Jack, etc. Change of linear motion into circular and *vice versa* in machinery. Gearing.

13. Centre of gravity. Tower of Pisa, Rocking Pagoda. Ropewalker, heavy bottoms of hydrometers, ballast in ships; Rocking toys.

14. Pendulum, Isochronism, Toothed

wheel and escapement, Working of a pendulum clock.

15. Fahrenheit, Centigrade and Reaumer's scales. Clinical thermometers. Thermograph. Maximum and minimum thermometer. Construction of thermometers.

16. Expansion due to heat, and its effect. Fixing tyres to wheels, Bursting of pneumatic tryes by heat. Unequal expansion of different solids and liquids. Expansion of gases. Coefficient of expansion. The exceptional behaviour of water. Sudden heating or cooling of glass vessels. Effect of heat on the pendulum and on densities of substances.

17. Capacities of substances for heat. Specific Heat measurement of calories; Heat becomes latent when substances melt or vaporize; Evaporation and consequent

lowering of temperature. Change of volume when ice melts; Papin's Digester, Dew point.

18. Three states of matter; artificial cooling; cooling mixtures. Cooling by sudden expansion. Manufacture of ice; Liquefaction of air.

19. Davy. Safety Lamp. conduction and convection. Land and sea breezes; monsoons; ventilations; use of chimneys for Lamps and factories. Vacuum flasks; Radiation; Effect on polished and rough surfaces The reason why mountain tops are covered with snow.

20. Watt and Stephenson; Steam engine; Petrol engine. Oil engine; D. valve; the exhaust valve; the crank and the eccentric; the fly wheel; the governor. (Omit other constructional details).

21. Joule and Rumford. Heat produced

by friction or mechanical work; heat a kind of energy, transformation of energy; conservation of energy Principle of hydro-electric works. Mechanical Equivalent of heat

22. Reflection of light from plane and spherical mirrors; multiple images; Kaleidoscope; Parallel mirrors, Periscope. Relation between the distances and the sizes of images and objects to be demonstrated and to be calculated mathematically. Principal Focus; Search light, Reflectors.

23. Refraction of light. Sine law and refractive index. Prism and lenses. Relation between the distance and the sizes of the images; Stereoscope. Decomposition of white light. Refer to rainbow.

24. The photographic camera; the human eye; long and short sight.

25. The simple microscrope; compound

microscope; simple telescope and optical lanterns. Cinematograph (elementary treatment).

26. Lodestone; Magnetic needle; Earth a magnet; Mariner's Compass; Like and unlike poles; Attraction and repulsion; Magnetic induction.

27. Electrio magnets; permanent and temporary magnets; lines of force. Methods of magnetisation.

28. Electricity produced by friction; Electroscope; Attraction and repulsion; Induction; Electricity resides on surfaces; Discharge through points. Sparking; conductors and non-conductors. Condensers, Electrophorus, Principles of electric machines

29. Current electricity; difference of electric levels; simple cell, LeClanche's Daniel, Bunsen and Dichromate Cells;

dry cell; Accumulator, Electric circuit. What supplies the energy for the flow. Current detector, Galvanometer, Voltmeter and ammeter, Resistance and its effect on a current. Ohm's law.

30. Effects of electric current. Incandescent lamp; arc lamp; heating apparatus, Joule's Laws of Electrolysis.

31. Magnetic properties of a coil carrying current; induced currents; transformers; simple dynamo; simple motor; electric bell; Morse instrument, (Elementary only; avoid constructional details).

32. Bell's telephone. Microphone, Gramophone, (Elementary treatment).

33. Elementary theory of Sound and wave motion. The human ear.

34. Reflection of sound; echoes; multiple echoes; whispering galleries.

પદાર્થવિજ્ઞાન (Physics)

પદાર્થના સામાન્ય ભૌતિક ગુણો તથા ગરમી, પ્રકાશ, ધ્વનિ, ચુંબકત્વ અને વિદ્યુત આદિ શક્તિ સંબંધી જ્ઞાન આપતી વિજ્ઞાનની શાખા પદાર્થવિજ્ઞાન અથવા ભૌતિક શાસ્ત્ર કહેવાય છે. પદાર્થવિજ્ઞાનમાં પદાર્થની રચનામાં થતાં ફેરફારોનો અભ્યાસ કરવાનો હોતો નથી. એ રસાયણશાસ્ત્રનો વિષય છે.

એકમો (Units)

કોઇ પણ પદાર્થનું સંપૂર્ણ જ્ઞાન મેળવવું હોય તો તે પદાર્થની વિવિધ ભૌતિક રાશીઓ (Physical quantities)નું ચોક્કસ માપ જાણવાની જરૂર રહે છે. માપ જાણવા માટે માપનું સાધન હોવું જોઈએ તથા જેમાં માપ દર્શાવવામાં આવે છે તે માપનું ધોરણ અથવા માપનો એકમ પહેલેથી નક્કી કરેલો હોવો જોઈએ.

જૂદી જૂદી ભૌતિક રાશીઓમાં **લંબાઈ**, દળ (mass) તથા **વખત**ની રાશીઓ મુખ્ય છે, અને તે રાશીઓને માપવા માટે નક્કી કરેલા એકમો **મુખ્ય એકમો** (Fundamental units) કહેવાય છે.

મુખ્ય રાશીઓ સિવાયની અન્ય રાશીઓ જેવી કેઃ–ક્ષેત્રફળ, ઘનફળ, ઘનતા, ગતિ વગેરે ગૌણ રાશીઓ કહેવાય છે અને તેમનાં એકમો મુખ્ય એકમોમાંથી ઉપજાવી શકાય છે. એથી તે એકમો ઉપજાવી કાઢેલાં એકમો (derived units) કહેવાય છે.

માપની પદ્ધતિઓઃ–

(૧) બ્રિટિશ પદ્ધતિઃ–ગ્રેટબ્રિટન તથા બ્રિટિશ સંસ્થાનોમાં પ્રચલિત છે.

(૨) ફ્રેન્ચ અથવા મેટ્રિક પદ્ધતિઃ-ફ્રાન્સ તથા અન્ય યુરોપીય રાષ્ટ્રોમાં પ્રચલિત છે.

બન્ને પદ્ધતિના મુખ્ય એકમો:-

રાશી.	બ્રિટિશ પદ્ધતિનો એકમ	ફ્રેન્ચ પદ્ધતિનો એકમ
લંબાઇ	વાર, ફુટ (Foot)	મીટર, સેન્ટીમીટર (Centimetre)
દળ(mass)	રતલ (Pound)	કીલોગ્રામ, ગ્રામ (gramme)
વખત	સેકન્ડ (Second)	સેકન્ડ (Second)

નોંધ:—બ્રિટિશ પદ્ધતિ ક્વચિત ફુટ-પાઉન્ડ-સેકન્ડ અથવા એફ-પી-એસ પદ્ધતિ તરીકે ઓળખાય છે. એવી જ રીતે ફ્રેન્ચ અથવા મેટ્રીક પદ્ધતિ સેન્ટી મીટર—ગ્રામ—સેકન્ડ અથવા સી. જી. એસ પદ્ધતિ તરીકે ઓળખાય છે.

વિજ્ઞાનમાં વિશેષે કરીને મેટ્રિક પદ્ધતિ વપરાય છે. તેનાં કારણો નીચે મુજબ છે.

(૧) બ્રિટિશ પદ્ધતિ તથા મેટ્રીક પદ્ધતિમાં વપ- રાતાં લંબાઈના કે દળના એકમોનું કોષ્ટક તપાસતાં સ્પષ્ટ માલમ પડે છે કે પ્રથમ પદ્ધતિના નાના મોટાં એકમો વચ્ચે કોઈપણ પ્રકારનો એકધારો સરળ સબંધ હોતો નથી જ્યારે મેટ્રીક પદ્ધતિના નાના મોટા એકમો વચ્ચે સરળ અને ૧૦ ની ચોક્કસ સંખ્યા વડે દર્શાવી શકાય એવો સબંધ રહેલો હોય છે. જેથી નાના એકમોમાં લીધેલું માપ મોટા એક- મોમાં કે મોટા એકમોમાં લીધેલું માપ નાના એક- મોમાં દર્શાવવું હોય તો માત્ર દશાંશનું ચિન્હ ડાબી

કે જમણી મેર ખસેડી, બહુજ સહેલાઈથી દર્શાવી શકાય છે; અને લાંબા ચોડા ગુણાકાર કે ભાગાકાર કરવાની જરૂર રહેતી નથી.

(૨) મેટ્રીક પદ્ધતિમાં પાણીના ઘનફળ તથા દળના એકમો વચ્ચે બહુ જ સાદો સંબંધ રહેલો હોય છે. દાખલા તરીકે-૧ ઘન સેન્ટીમીટર પાણીનું વજન લગભગ ૧ ગ્રામ જેટલું થાય છે. બ્રિટિશ પદ્ધતિમાં એ બે એકમો વચ્ચે આવા સાદા સંબંધનો અભાવ હોય છે.

લંબાઇ માપવા માટે વપરાતાં સાધનો:-

(૧) ફુટપટી–વાર અને મીટર (નાની લંબાઈ માટે)

(૨) કપડાંની માપ--પટી (measuring tape):—મકાનની લંબાઈ પહોળાઈ તથા જમીન માપવા માટે ઈજનેર લોકો વાપરે છે તે પટી.

(૩) ડીવાઈડર્સ (Dividers) અને દોરી:—વાંકી લીટીઓ તથા વાંકવાળી વસ્તુની લંબાઈ માપવા માટે,

(૪) સાદું અને સરકતું કેલીપર્સ (callipers):-

નળાકાર કે ગોળાકાર વસ્તુઓનો વ્યાસ (diameter) કે પોલી ભુંગળીઓનો અંદરનો વ્યાસ માપવા માટે.

(૫) ફાચર (wedge):—એ ત્રિકોણુકાર પુંઠા કે પતરાનું સાધન ખાસ કરીને પોલી નળીઓ કે ભુંગળીઓનો અંદરનો વ્યાસ શોધી કાઢવા માટે વપરાય છે.

સૂત્રઃ—વર્તુલનો પરિઘ = ૨ × π × ત્રિજ્યા (π = $\frac{૨૨}{૭}$ અથવા ૩.૧૪)

ક્ષેત્રફળ (Area)

ક્ષેત્રફળ એટલે સપાટીનો વિસ્તાર. એ ચોરસ માપમાં દર્શાવાય છે.

ક્ષેત્રફળના એકમો:—

બ્રીટીશ પદ્ધતિ:— ૧ ચોરસફુટ (Square foot)

મેટ્રીક પદ્ધતિ:— ૧ ચોરસ સેન્ટીમીટર (Sq. cm.)

નિયમિત આકૃતિઓનું ક્ષેત્રફળ ભૂમિતિના સૂત્રોની મદદથી નક્કી કરી શકાય છે.

નંબર.	આકૃતિ.	ક્ષેત્રફળ (area)	સૂત્ર (Formula)
૧	ચેારસ	(લંબાઈ)^{૨}	લ^{૨} = l^2
૨	લંબચેારસ	લંબાઈ × પહેાળાઈ	લ × પ = $l \times b$
૩	ત્રિકેાણ	$\frac{૧}{૨}$ × પાયેા × લંબ ઉંચાઈ	$\frac{૧}{૨}$ × પ×ઉ=$\frac{1}{2}$ b×h
૪	સમાંતર ચતુષ્કેાણ	પાયેા × લંબઉંચાઈ	પ×ઉ = b × h
૫	વર્તુલ	π × ત્રિજ્યા^{૨}	π × ત્રિ^{૨} = πr^2
૬	ગેાળાકાર	૪× π × ત્રિજ્યા^{૨}	૪× π ×ત્રિ^{૨} = $4\pi r^2$
૭	નળાકારની વક્ર સપાટી.	૨× π ×ત્રિજ્યા×ઉંચાઈ	૨× π ×ત્રિ×ઉ=$2\pi rh$

અનિયમિત આકૃતિઓનું ક્ષેત્રફળ નીચે દર્શાવેલી બે રીતે નક્કી કરી શકાય છે.

(૧) **ગ્રાફ-રીતઃ**—પ્રથમ આપેલી અનિયમિત આકૃતિને ગ્રાફ-કાગળ ઉપર મૂકી, તેની આસપાસ પેન્સીલ ફેરવી તે આકૃતિ, ગ્રાફ કાગળ ઉપર પાડવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તે આકૃતિની અંદર સમાઈ જતાં નાનાં ચોરસ ખાનાઓની ગણત્રી કરવામાં આવે છે. એ ગણત્રી કરતી વખતે આકૃતિથી કપાઈ ગએલાં ખાનાઓ પૈકી જે અર્ધા અથવા અર્ધ ઉપરાંત કપાયાં હોય છે તેમને આખા ખાના તરીકે ગણવામાં આવે છે અને અર્ધા કરતાં નાનાં ખાનાની ગણત્રી કરવામાં આવતી નથી. ગણત્રી કરવાથી જે કુલ સંખ્યા આવે તેને ૧૦૦ ની સંખ્યા વડે ભાગવાથી આપેલી અનિયમિત આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ ગ્રાફ કાગળની જાત પ્રમાણે ચોરસ ઈંચ કે ચોરસ સેન્ટીમીટરમાં નક્કી કરી શકાય છે.

(૨) **તોળવાની રીતઃ**—પ્રથમ આપેલ અનિયમિત આકૃતિનું વૈજ્ઞાનિક ત્રાજવાની મદદથી વજન નક્કી કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તે આકૃતિમાંથી

એક નિયમિત આકૃતિ કે ૧ સમચોરસ ઇંચ આકૃતિ કાપીકાઢી તેનું વજન કરવામાં આવે છે. પછી ત્રિરાશીની મદદથી કે નીચેના સુત્રની મદદથી અનિયમિત આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ શોધી શકાય છે.

સૂત્ર:—

અનિયમિત આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ = કાપી કાઢેલી નિયમિત આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ × અનિયમિત આકૃતિનું વજન.

નોંધ:—ઉપરની બન્ને રીતો નિયમિત આકૃતિઓનું ક્ષેત્રફળ શોધી કાઢવા માટે વાપરી શકાય.

ઘનફળ અથવા કદ. (Volume or size)

કદ એટલે પદાર્થે હવામાં રોકેલી જગ્યા; એ ઘન માપમાં દર્શાવાય છે.

ઘનફળ અથવા કદના એકમો:—

બ્રીટીશ પદ્ધતિ:- ૧ ઘનફુટ (cubic foot)

મેટ્રીક પદ્ધતિ:- ૧ ઘનસેન્ટીમીટર (c. c.)

નિયમિત આકારના ઘન પદાર્થો અથવા નક્કરો (solids) નું કદ ભૂમિતિના સૂત્રોની મદદથી નક્કી કરી શકાય છે.

નંબર.	પદાર્થનો આકાર.	ઘન ફળ.	સૂત્ર
૧	સમચોરસ ઘન (cube)	(લંબાઈ)^{૩}	લ^{૩} = l^3
૨	લંબચોરસ ઘન	લંબાઈ × પહોળાઈ × ઉંચાઈ,	લ × પ × ઉ = lbh
૩	નળાકાર (cylinder)	π × ત્રિજ્યા^{૨} × ઉંચાઈ	π × ત્રિ^{૨} × ઉ = π ^{૨}r h
૪	શંકુ	$\frac{૧}{૩}$ × પાયાનું ક્ષેત્રફળ : × ઉભી ઉંચાઈ	$\frac{૧}{૩}$ × π × ત્રિ^{૨} × ઉ = $\frac{૧}{૩}$ π ^{૨}rh
૫	ગોળાકાર	$\frac{૪}{૩}$ × π × ત્રિજ્યા^{૩}	$\frac{૪}{૩}$ π × ત્રિ^{૩} = $\frac{૪}{૩}$ π $r^{૩}$

પોલાં વાસણોનું અંદરનું કદ એ પોલી ચીજોની ગુંજાશ (capacity) કહેવાય છે.

ગુંજાશના એકમો:-

બ્રીટીશ પદ્ધતિ:-	૧ ગેલન
મેટ્રીક પદ્ધતિ:-	૧ લીટર

અનિયમિત આકારના ઘન પદાર્થો અથવા નક્કરોનું કદ નક્કી કરવું:—

એ કદ નક્કી કરવામાં પાણીનું સ્થાનાંતર (displacement of water) કરવાની જરૂર પડે છે અને એ માટે નીચેના બે સાધનો વપરાય છે. (૧) અંકિત નળાકાર (graduated cylinder) અને (૨) નાળચાવાળું વાસણ (overflow vessel.)

અંકિત નળાકારની મદદથી અનિયમિત ઘનનું કદ નક્કી કરતી વખતે પ્રથમ અંકિત નળાકારમાં અમુક આંક સુધી પાણી ભરવામાં આવે છે. પછી તેમાં આપેલા ઘનને દોરી વડે બાંધી ડુબાવવામાં આવે છે

જેથી ઘનના કદ જેટલું પાણી ઉંચે ચઢે છે. પાણી કેટલે ઉંચે ચઢ્યું તે નક્કી કરી ઘનનું કદ શોધી શકાય છે.

નાળચાવાળા વાસણની મદદથી અનિયમિત ઘનનું કદ નક્કી કરતી વખતે પ્રથમ તે વાસણમાં નાળચાનાં છિદ્ર સુધી પાણી ભરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ તે પાણીથી ભરેલાં વાસણમાં ઘનને દોરી વતી બાંધી આસ્તેથી ડુબાવવામાં આવે છે. જેથી ઘનના કદ જેટલું પાણી નાળચાવાટે ખસી જાય છે. સ્થાનાંતર થએલ પાણીને નળાકારમાં=ઝીલી તેનું કદ શોધી કાઢવામાં આવે છે. જેટલું પાણીનું કદ થશે તેટલુંજ ઘનનું કદ હશે.

પ્રવાહીઓનું કદ માપવા માટે વપરાતાં સાધનોઃ—

(૧) અંકિત નળાકાર. (૨) પ્રમાણભુત ચંબુ (Standard flask). (૩) પીપેટ (Pipette) અને (૪) બ્યુરેટ (કંસિકા) અર્થાત્ ચકલીવાળી નળી (Burette)

વખતનું માપ.

સરાસરી સૌરદિન (mean solar day):- અમુક જગ્યાએ જે સમયે સૂર્ય બરાબર માથા ઉપર આવે ત્યારથી તે બીજે સમયે સૂર્ય પાછો એજ સ્થાન ઉપર આવે ત્યાં સુધીના સમયને એક સૌરદિન કહે છે. એ રીતે વર્ષભરના સૌરદિનના દિનમાનોનો સરવાળો કરી ૩૬૫ ની સંખ્યા વડે ભાગતાં જે સમય થાય તે એક સરાસરી સૌરદિન કહેવાય છે.

વખતના એકમો:-માપની બન્ને પદ્ધતિઓમાં સરાસરી સૌર સેકન્ડ, જે સરાસરી સૌર દિનનો ૮૬૪૦૦ મો ભાગ છે તેને વખતના એકમ તરીકે સ્વીકારેલ છે.

વખત માપવાના પ્રાચીન સાધનો: (૧) પાણીની મદદથી ચાલતી ઘડીઆળો (water clocks). (૨) છાયાયંત્ર (sun-dial). (૩) કલાકની શીશી (Hour glass).

અર્વાચિન સાધનો:-(૧) દીવાલે ટાંગવાની ઘડીઆળો (clocks), (૨) ખીસા તથા કાંડા ઘડીઆળો. (૩) ક્રોનોમીટર (chronometer),

લોલક Pendulum:-પાતળી દોરીથી લટકાવેલ વજનદાર વસ્તુ ને સાદું લોલક કહે છે.

નવા શબ્દો (New terms):-

(૧) **અવલંબન બિંદુ** (Point of suspension):- જે બિંદુથી લોલકને લટકાવવામાં આવે છે તે બિંદુ.

(૨) **લોલકની લંબાઈ** (Length of the pendulum):-એટલે અવલંબન બિંદુથી લોલકના ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ સુધીની લંબાઈ.

(૩) **અર્ધ-આંદોલન** (Vibration):-એટલે લોલકનો એક છેડેથી બીજા છેડા સુધીનો ઝુલો.

(૪) **આંદોલન** (Oscillation):-એટલે એક છેડેથી લોલક આંદોલિત થઇ-બીજા છેડા સુધી જઈ,

પુનઃ જે છેડેથી આંદોલિત થયું હોય તે છેડે પાછું ફરે ત્યાં સુધીનો એક પૂર્ણ ઝુલો.

(૫) **આંદોલન વિસ્તાર** (amplitude):- એટલે જે વિસ્તારમાં લોલક આંદોલિત થાય તે વિસ્તાર.

(૬) **આંદોલન કાળ** (Time of oscillation) એટલે એક પૂર્ણ આંદોલને લીધેલો સમય.

લોલકના નિયમો (Laws of Pendulum)

(૧) લોલકનો આંદોલન-કાળ આંદોલન-વિસ્તાર ઉપર આધાર રાખતો નથી (આંદોલન વિસ્તાર બહુ વધારે ન હોય તો) અર્થાત્ દરેક આંદોલન સરખો વખત લે છે.

(૨) લોલકનો આંદોલન-કાળ લોલકની જાત કે લોલકના વજન ઉપર અવલંબતો નથી.

(૩) લોલકનો આંદોલન-કાળ લોલકની લંબાઈ ઉપર આધાર રાખે છે એટલે કે જેટલાં પ્રમાણમાં

લંબાઈના વર્ગમૂળ ((Square-root)ની વધઘટ થાય છે તેટલાંજ પ્રમાણમાં આંદોલન-કાળ વધેઘટે છે.

ઘડીઆળ (clock)

લોલકનાં પ્રત્યેક આંદોલન એક સરખો વખત લે છે તે નિયમની રૂએ દિવાલે ટાંગવાના ઘડીઆળમાં લોલકનો ઉપયોગ થાય છે. એ સિવાય ઘડીઆળમાં દાંત્તાવાળા અનેક ચક્રો, મુખ્ય કમાન, વિમોચક Escapement, વિમોચક, ચક્ર, કાંટા, ચંદો વગેરે હોય છે.

કાર્યઃ–જ્યારે ચાવી દીધેલી મુખ્ય કમાન ધીરે ધીરે ઉખળે છે ત્યારે અનેક દાંતા દાંતાવાળાં ચક્રો ફરે છે અને છેવટે વિમોચક ચક્ર ફરે છે. વિમોચક ચક્ર ઉપર અર્ધ ચંદ્રાકાર અણીદાર છેડાવાળું વિમોચક ગોઠવેલું હોવાથી તે ચક્રની ગતિ નિયમનમાં રહે છે. લોલક એક છેડેથી બીજા છેડા તરફ જાય છે ત્યારે વિમોચકનો એક છેડો વિમોચક ચક્રમાં ભરાઈ જાય

છે. અને બીજો છેડો ઉંચો રહે છે એથી લોલકના પ્રત્યેક અર્ધ આંદોલનને વિમોચક ચક્ર એક એક દાંતો આગળ ખસે છે અને જેને લીધે તેની સાથે જોડેલો કાંટો ચંદા ઉપર નિયમિત રીતે આગળ ધકેલાય છે.

ઉનાળામાં ગરમીને લીધે લોલકની લંબાઈ વધે છે અને લોલકની લંબાઈના વર્ગમૂળ પ્રમાણે લોલકનો આંદોલનકાળ બદલાતો હોવાથી લોલક ધીમું ચાલે છે અને તેથી ઘડીઆળ ધીમું ચાલે છે અર્થાત્ પાછળ પડે છે. શીયાળામાં ઠંડીને લીધે લોલકની લંબાઇ ઘટતી હોવાથી એ ઋતુમાં ઘડીઆળ આગળ જાય છે. આ કારણથી સામાન્ય ઘડીઆળના લોલકની નીચે એક સ્ક્રૂ રાખેલો હોય છે. એ સ્ક્રૂને ઉંચો નીચો કરી લોલકની લંબાઈ ઘટાડી કે વધારી શકાય છે.

દળ (mass)

દળ એટલે પદાર્થમાં રહેલો વસ્તુ તત્ત્વનો જથ્થો.

દળના એકમો

બ્રીટીશ પદ્ધતિઃ-	૧ રતલ (Pound)
મેટ્રીક પદ્ધતિઃ-	૧ કીલોગ્રામ-૧ ગ્રામ

વજન (Weight):--એટલે વસ્તુ ઉપર પૃથ્વીના મધ્ય બિંદુ તરફ થતું પૃથ્વીનું ખેંચાણ અથવા આકર્ષણ. એ ખેંચાણ વસ્તુથી પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ સુધીનાં અંતર ઉપર અવલંબે છે. અંતર વધારે તો ખેંચાણ ઓછું થાય છે. પરિણામે વસ્તુનું વજન ઓછું થાય છે. આજ કારણથી કોઇ પણ વસ્તુનું વજન પર્વતની તળેટી ઉપર કરતાં પર્વતના શિખર ઉપર, ધ્રુવ પ્રદેશ કરતાં વિષુવવૃત્ત આગળ ઓછું થાય છે.

દળ અને વજન વચ્ચે રહેલો તફાવત

દળ	વજન
(૧)દળ એ પદાર્થમાં રહેલ વસ્તુ તત્ત્વનો જથ્થો છે.	(૧) વજન એ પદાર્થ ઉપર થતું પૃથ્વીનું ખેંચાણ છે.

(૨) દળ નિશ્ચલ constant છે.	(૨) વજન ચલાયમાન variable છે–એટલે કે પૃથ્વીની જુદી જુદી સપાટીએ વજન જુદું જુદું હોય છે.
(૩) દળ રતલ કે ગ્રામમાં દર્શાવાય છે.	(૩) વજન બળના એકમોમાં દર્શાવાય છે.
(૪) દળ સામાન્ય ત્રાજવાંની મદદથી નક્કી કરી શકાય છે.	(૪) વજન સ્પ્રીંગના કાંટાની મદદથી નક્કી થઈ શકે છે.

નોંધઃ–એકજ સ્થળે દળ વજનને પ્રમાણસર હોય છે.

ઘનતા (Density)

ઘનતા એટલે એકમ કદ પદાર્થનું વજન.

બ્રિટિશ પદ્ધતિમાં એક ઘનફુટ પદાર્થનું રતલમાં જે વજન થાય છે તે તેની ઘનતા કહેવાય છે એટલે

બ્રીટીશ પદ્ધતિમાં ઘનતાનો એકમ રતલ દર ઘનફુટ અથવા ટુંકમાં રતલ/ઘનફુટ છે.

મેટ્રિક પદ્ધતિમાં એક ઘનસેન્ટીમીટર પદાર્થનું ગ્રામમાં જે વજન થાય છે તે તેની ઘનતા કહેવાય છે અને તે ગ્રામ દર ઘન સેન્ટીમીટર ટુંકમાં ગ્રામ/ઘ. સે. મી. ના એકમમાં દર્શાવાય છે.

ઘનતાની વ્યાખ્યા ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે:–

$$\text{ઘનતા} = \frac{\text{વજન}}{\text{કદ}}$$

વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ (Specific gravity):—એટલે કોઈ પણ પદાર્થના અમુક કદનાં વજનની તથા તેટલાં જ કદનાં પાણીનાં વજનની સરખામણી.

$$\text{વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ (વિ. ગુ.)} = \frac{\text{પદાર્થનું વજન}}{\text{સરખાંજ કદપાણીનું વજન}}.$$

ઘનતા અને વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ વચ્ચે રહેલો તફાવત:

ઘનતા

૧ ઘનતા એટલે કોઈપણ વસ્તુનું એકમ કદનું વજન.

૨ માપની જુદી જુદી પદ્ધતિઓમાં ઘનતા ચોક્કસ એકમો વડે દર્શાવવામાં આવે છે. દા. ત. મેટ્રીક પદ્ધતિમાં ઘનતા ગ્રામ દર ઘ. સે. મી. અને બ્રીટીશ પદ્ધતિમાં રતલ દર ઘનફુટ એવી રીતે દર્શાવવામાં આવે છે.

૩ ઘનતા દર્શાવનાર સંખ્યા માપની બન્ને પદ્ધતિઓમાં જુદી જુદી હોય છે. દા. ત. મેટ્રીક પદ્ધતિમાં પાણીની ઘનતા. ૧ ગ્રામ દર ઘ. સે. મી. અને બ્રી. પદ્ધતિમાં ૬૨·૩ રતલ દર ઘનફુટ હોય છે.

વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ

૧ વિ. ગુ. એટલે કોઈપણ પદાર્થના વજનની તથા તેટલાંજ કદનાં પાણીના વજનની સરખામણી દર્શાવતી સંખ્યા.

૩ વિ. ગુ. માત્ર સરખામણી હોવાથી માપની જુદી જુદી પદ્ધતિઓમાં આંકડા વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

૩ વિ. ગુ. દર્શાવનાર સંખ્યા અથવા અંક માપની બન્ને પદ્ધતિઓમાં એક જ હોય છે; કારણ કે વિ. ગુ, તો માત્ર અમુક પદાર્થ પાણીની સરખામણીએ કેટલાં ગણો ભારે હલકો છે એજ દર્શાવે છે.

ઘન તથા પ્રવાહી વસ્તુઓની ઘનતા અને વિ. ગુ. નક્કી કરવી:-

ઘન વસ્તુ (Solid)ની ઘનતા નક્કી કરવાની રીત:-પ્રથમ આપેલી ઘન વસ્તુનું વૈજ્ઞાનિક ત્રાજવાંની મદદથી વજન કરો ત્યારબાદ સૂત્રની મદદથી અથવા પાણીનું સ્થાનાંતર કરી તે વસ્તુનું કદ નક્કી કરી, વજનને કદ વડે ભાગી વસ્તુની ઘનતા શોધી કાઢો.

$$\text{ઘન વસ્તુની ઘનતા} = \frac{\text{ઘન વસ્તુનું વજન}}{\text{ઘન વસ્તુનું કદ}}$$

પ્રવાહીની ઘનતા નક્કી કરવાની રીત:–પ્રથમ એક ખાલી કાચનાં પ્યાલાનું વજન કરો. પછી તેમાં પીપેટની મદદથી મુકરર કદનું પ્રવાહી રેડી, વજન કરી, પ્યાલાનું વજન બાદ કરી પ્રવાહીનું વજન નક્કી કરો. વજનને કદ વડે ભાગી પ્રવાહીની ઘનતા શોધી કાઢો.

$$\text{પ્રવાહીની ઘનતા} = \frac{\text{પ્રવાહીનું વજન}}{\text{પ્રવાહીનું કદ}}$$

ઘન વસ્તુનું વિ. ગુ. નક્કી કરવું:–પ્રથમ આપેલી ઘન વસ્તુનું વજન કરો. ત્યારબાદ એ ઘનને પાણીથી ભરેલાં નાળચાવાળા વાસણમાં ડુબાવી સ્થાનાંતર થયેલ પાણીને પહેલેથી તોળેલ એક કાચના પ્યાલામાં ઝીલો. પાણી સહિત કાચના પ્યાલાનું વજન કરી ખાલી પ્યાલાનું વજન બાદ કરી સ્થાનાંતર થયેલ પાણીનું વજન શોધી કાઢો. ત્યારબાદ ઘન પદાર્થના વજનને સ્થાનાંતર પાણીનાં વજન વડે ભાગી ઘનની વિ. ગુ. શોધી કાઢો.

$$\text{ઘન પદાર્થની વિ. ગુ.} = \frac{\text{ઘનનું વજન}}{\text{સરખા જ કદ પાણીનું વજન}}$$

પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવું.

પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવા માટે મુકરર કદનું પ્રવાહી માય શકે એવી જુદાં જુદાં માપની કાચના દટ્ટાવાળી શીશીઓ આવે છે. એ શીશીઓ વિ ગુ. શીશીઓ specific-gravity bottles તરીકે ઓળખાય છે. એ શીશીની મદદથી પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નીચે મુજબ શોધી શકાય છે.

પ્રથમ ખાલી વિ. ગુ. શીશીનું વજન કરો. ત્યારબાદ તેમાં જે પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવું હોય તે પ્રવાહી ભરી વજન કરો. પ્રવાહી ખાલી કરી શીશીને પાણીથી ભરી વજન કરો. છેલ્લાં જે બે વજન આવ્યાં હોય તેમાંથી ખાલી વિ. ગુ. શીશીનું વજન બાદ કરી અનુક્રમે પ્રવાહીનું તથા પાણીનું વજન શોધી કાઢો, પછી પ્રવાહીના વજનને પાણીના વજન વડે ભાગી પ્રવાહીનું વિ. ગુ.શોધી કાઢો.

$$\text{પ્રવાહીનું વિ. ગુ.} = \frac{\text{પ્રવાહીનું વજન}}{\text{સરખાંજ કદ પાણીનું વજન}}$$

નોંધઃ—ઘન તથા પ્રવાહી પદાર્થોની ઘનતા તથ વિ. ગુ. શોધી કાઢવાની અન્ય રીતો માટે જુઓ આર્કીમીડીઝનો નિયમ.

પદાર્થ (matter)

જે કંઈ જગ્યા રોકે છે અને ઈન્દ્રિયોદ્વારા પારખી શકાય છે તેને પદાર્થ કહે છે. પદાર્થના મર્યાદિત ભાગને વસ્તુ (body) કહે છે. પદાર્થ ત્રણ અવસ્થામાં જોવામાં આવે છે. (૧) ઘન solid (૨) પ્રવાહી Liquid અને (૩) વાયુ Gas.

પદાર્થના સામાન્ય ગુણો.

(General properties of matter)

(૧) પદાર્થ જગ્યા રોકે છે. (૨) પદાર્થને વજન હોય છે. (૩) પદાર્થ અવિનાશી indestructible છે. (૪) પદાર્થ અભેદ્ય impenetrable છે

એટલે કે એકી વખતે બે પદાર્થો એકજ જગ્યા રોકી શકતા નથી. (૫) પદાર્થ જડ inert હોય છે એટલે કે નિર્જીવ પદાર્થ પોતાની મેતે પોતાની ચાલુ સ્થિતિમાં ફેરફાર કરવા અસમર્થ હોય છે અર્થાત્ પદાર્થ સ્થિર હોય તો સ્થિર અને ગતિમાં હોય તો ગતિમાન અવસ્થામાં ચાલુ રહે છે. (૬) પદાર્થ અવરોધ resistance કરે છે. (૭) એક પદાર્થ કોઈ અન્ય પદાર્થ સાથે અથડાય છે ત્યારે તે પદાર્થને પોતાની ગતિ આપે છે. (૮) **પદાર્થ વિભાજ્ય divisible** છે એટલે કે પ્રત્યેક પદાર્થના નાના મોટા વિભાગો પાડી શકાય છે. પદાર્થનો મૂળ ગુણ બદલાયા વગર પદાર્થનો નાનામાં નાનો ભાગ થઈ શકે તેને પદાર્થનો **અણુ** (molecule) કહે છે. એ અણુના પણ બારિક વિભાગ થઈ શકે છે. જેને પરમાણુ atom કહે છે. ટુંકમાં પ્રત્યેક પદાર્થ અતિ સૂક્ષ્માં સૂક્ષ્મ અણુસમૂહનો બનેલો હોય છે.

(૯) પદાર્થ સછિદ્ર (Porous) હોય છે.

એટલે કે પ્રત્યેક પદાર્થમાં વધતા ઓછાં પ્રમાણમાં છિદ્રો હોય છે. પદાર્થના અણુઓ વચ્ચે રહેલી જગ્યા પદાર્થને છિદ્રમય બનાવે છે. ઘન પદાર્થોના અણુઓ વચ્ચે બહુજ ઓછી જગ્યા હોવાથી ઘન પદાર્થો પ્રવાહી પદાર્થો કરતાં ઓછાં છિદ્રાળુ હોય છે. કેટલાંક ઘન પદાર્થોનાં છિદ્રો નરી આંખે દેખી શકાય એવાં હોય છે. દા. ત. વાદળી, કોલસો, ખડી વગેરે.

(૧૦) પદાર્થ સંકોચનીય compressible હોય છે એટલે કે પદાર્થ ઉપર દબાણ કરી પદાર્થનું કદ ઘટાડી શકાય છે અર્થાત્ તેને સંકોચાવી શકાય છે.

(૧૧) **પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક Elastic હોય** છે એટલે કે પદાર્થ માત્ર, પદાર્થ ઉપર કરવામાં આવેલ જોર કે બળ દૂર થતાં, પોતાની અસલ સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરે છે.

ઘન પદાર્થના ખાસ ગુણો

(Special properties of Solids)

૧ ઘન અથવા નક્કર પદાર્થને ચોક્કસ કદ (size)

તેમજ ચોક્કસ આકાર (Shape) હોય છે. ૨ ઘન પદાર્થમાં અણુઓ એક બીજાની ખૂબ જ લગોલગ આવેલાં હોય છે. આ ઉપરાંત ઘનપદાર્થો નીચે દર્શાવેલાં ગુણો ધરાવે છે. કઠિનતા-ભંગુરતા અથવા બરડપણું-ધારણશક્તિ-તાન્તવતા-મૃદુતા અથવા ઘન વર્ધનિયતા અને દ્રઢતા.

કઠિનતા (Hardness):—એટલે કે ઘનપદાર્થો વધતા ઓછાં પ્રમાણમાં કઠણ હોય છે. કોઇપણ પદાર્થની કઠિનતાનું માપ તે પદાર્થને અન્ય પદાર્થ સાથે ઘસવાથી નક્કી થઇ શકે છે. ઘસવાથી જે વસ્તુ બીજી વસ્તુ ઉપર કાપ પાડી શકે પરંતુ બીજી વસ્તુ તેના પર કાપ પાડી શકે નહિ ત્યારે તે વસ્તુ બીજી કરતાં વધારે કઠણ છે એમ કહેવાય છે. હીરો (tiamond) સૌથી વધારેમાં વધારે કઠણ પદાર્થ છે.

બરડપણુ (Brittleness):-એ કેટલાંક ઘનપદાર્થોમાં રહેલો એવો ગુણ છે કે જેને લીધે તે

પદાર્થો ઉપર સહેજ જોર કરવામાં કે ઘા મારવામાં કે પટકવામાં આવે છે કે તુરતજ તેઓ ભાંગી જાય છે. દા. ત. બરફ, કાચ, બીડનું લોખંડ વગેરે.

ધારણશક્તિ (Tenacity):–એ એવો ગુણ છે કે જેને લીધે ઘન પદાર્થોના તાર તૂટ્યા વગર અમુક વજન ઉચકવાની શક્તિ ધરાવે છે. ધાતુઓમાં પોલાદના તારની વજન ધારણ શક્તિ સૌથી વિશેષ હોય છે. રેશમની વજનધારણ શક્તિ કોઈપણ પદાર્થ કરતાં સવિશેષ છે.

તાન્તવતા (Ductility):–એ એક એવો ગુણ છે કે જેને પરિણામે ઘનપદાર્થોમાંથી તાર ખેંચી શકાય છે. ધાતુઓમાં પ્લેટીનમ ધાતુ સૌથી વિશેષ તાન્તવ (ductile) છે. પ્લેટીનમમાંથી ૦.૦૦૦૦૩" વ્યાસનો બારિક તાર ખેંચાય છે.

ઘનવર્ધનિયતા અથવા મૃદુતા (maleability) એ એવો ગુણ છે કે જેને પ્રતાપે ઘન પદાર્થોને ટીપવાથી

તેમનાં પાતળાં પતરાં બનાવી શકાય છે. બધી ધાતુ- ઓમાં સોનું સૌથી વિશેષ ઘનવર્ધનિય છે. સોનાનાં ૩ લાખ વરખના પાનાં એક ઉપર એક ગોઠવવામાં આવે તો એ બધાની ઉંચાઇ માત્ર ૧" જેટલી થાય છે. સીસુ ઘનવર્ધનિય છે પરંતુ તાન્તવ નથી.

સ્થિતિ સ્થાપકતા (Elasticity):–ઘનપદાર્થો તેમના આકાર તથા કદમાં વિકૃત (ફેરફાર) કરનાર બળનો અવરોધ કરે છે.

કેટલાંક ઘન પદાર્થોનો આકાર ખેંચવાથી, કેટ- લાકનો વાળવાથી તથા કેટલાકનો આમળવાથી બદ- લાય છે, પરંતુ જેવું ખેંચવાનું, વાળવાનું કે આમળ- વાનું છોડી દેવામાં આવે છે કે તરતજ તેઓ પોતાનો અસલ આકાર પુનઃ પ્રાપ્ત કરે છે.

દા. ત. રબરની દોરીને કે પોલાદની કમાનને ખેંચી મૂકી દેવામાં આવે તો તે દોરી અથવા કમાન સંકોચાઈ પોતાની અસલ સ્થિતિ પર આવે છે.

લાકડાની પટીને કે નેતરની સોટીને વાળવામાં વપરાતું બળ વધતું જાય તેમ તેમ તે પટી કે સોટી વધારે વળતી જાય પરંતુ જેવું વાળવાનું છોડી દઈએ કે તુરત જ તે પોતાનો અસલ આકાર ધારણ કરે છે; જે વસ્તુ વિકૃતિ કરનાર બળ દૂર થયા બાદ પોતાનો મૂળ આકાર સંપૂર્ણપણે પ્રાપ્ત કરે તે વધારે સ્થિતિસ્થાપક ગણાય છે.

પોતાનો મૂળ આકાર ફરી ધારણ કરવાના ગુણને આકારની સ્થિતિસ્થાપકતા કહે છે અને મૂળ કદ ફરી ધારણ કરવાના ગુણને કદની સ્થિતિસ્થાપકતા કહે છે. વાયુ અને પ્રવાહીને આકાર જેવું કશું હોતું નથી તેથી તેમને આકારની સ્થિતિસ્થાપકતા હોતી નથી પરંતુ કદની સ્થિતિસ્થાપકતા હોય છે એથી આકારની સ્થિતિસ્થાપકતા અર્થાત્ દઢતા એ ઘન પદાર્થનો ખાસ ગુણ કહેવાય છે.

હુકનો નિયમ (Hooke's law):-સ્થિતિસ્થાપકની હદમાં કોઈ પણ પદાર્થના કદ તથા આકારમાં

થતો ફેરફાર બળને પ્રમાણસર હોય છે; એટલે કે જેટલાં પ્રમાણમાં વિકૃતિકારક બળ (Stress) વપરાય છે તેટલાં જ પ્રમાણમાં પદાર્થના કદ તથા આકારમાં વિકૃતિ (Strain) થાય છે.

નોંધઃ—સ્થિતિ સ્થાપકતાની હદ વટાવી ખૂબ બળ કરવામાં આવે તો કાયમની વિકૃતિ થાય છે.

સ્થિતિ સ્થાપકતાના ગુણનો વ્યવહારિક (Practical) ઉપયોગ બફર્સ, સ્પ્રીંગનો કાંટો, ઝુલતાં પાટીઆં વગેરેમાં થાય છે.

બફર્સ (Buffers)—આગગાડીના ડબાના બન્ને છેડે બન્ને બાજુએ પોલાદના નળાકારમાં એક મજબુત કમાન Spring રાખેલી હોય છે. એ નળાકારમાં સ્પ્રીંગને અડકે એ રીતે એક લોખંડનો જાડો સળીઓ ગોઠવેલો હોય છે. સળીઆને બીજે છેડે લોખંડની ગોળ તકતી જડેલી હોય છે. ઉપર દર્શાવેલી યોજનાને બફર્સ કહે છે. જ્યારે અક-

સ્માત વખતે કે કોઈ કારણવશાત્ આગગાડીના ડબ્બાઓ અથડાય છે ત્યારે લોખંડની ગોળ તકતીઓ એકમેક જોડે અથડાય છે પરિણામે સળીઓ અંદર ધકેલાય છે અને સ્પ્રીંગ દબાય છે અને એ રીતે ડબ્બાની અથડામણુથી લાગતા આંચકાનું ઘણું ખરૂં જોર સ્પ્રીંગને દબાવવામાં વપરાઈ જતું હોવાથી ડબ્બાને ભારે ધક્કો લાગતો નથી અને ડબ્બાની અંદર બેઠેલાં મુસાફરોની સલામતી જળવાય છે.

સ્પ્રીંગનો કાંટો: (Spring balance):— આ કાંટામાં એક અર્ધગોળાકાર ભુંગળી આકારના ધાતુના ઘરમાં એક કમાન ગોઠવેલી હોય છે. ભુંગળીને ઉપલે છેડે એક ગોળ કડી હોય છે જે વડે કાંટાને લટકાવવામાં આવે છે. કમાનનો ઉપલો છેડો ભુંગળીને ટોચે સજ્જડ જોડેલો હોય છે અને નીચલો છેડો એક સળીઆ સાથે જોડેલો હોય છે. સળીઆના નીચલે છેડે વજન લટકાવવાનો આંકડો રાખેલો હોય છે. ભુંગળીનો આગલો ભાગ ચીરાએલો હોય

છે. તેમાં થઈ સ્પ્રીંગની સાથે લગાવેલો દર્શક Pointer ભુંગળી ઉપર લગાવેલી કાપા પાડેલી પટી પર ઉંચો નીચો ખસે છે. જ્યારે આંકડા સાથે કોઈ પણ વસ્તુ લટકાવવામાં આવે છે એટલે સ્પ્રીંગ ખેંચાય છે. પરિણામે દર્શક નીચે ઉતરી જે આંકડો બતાવે તે આંકડો તે વસ્તુનું વજન દર્શાવે છે.

ઝુલતાં-પાટીઆં (Spring-boards):—એ છેડે આધાર આપી ટેકવેલા લાંબા પાટીઆ જે ઝુલતાં પાટીઆં તરીકે ઓળખાય છે; તેના ઉપર ઉભા રહેવાથી પાટીયું નીચે નમે છે. પાટીયું પોતાની સ્થિતિ સ્થાપકતાને લીધે ઉંચે જવા પ્રયત્ન કરે છે પરિણામે પાટીઆં પર ઉભા રહી ઝોલા ખાવાની ખૂબ રમુજ પડે છે.

પ્રવાહીના ખાસ ગુણો.

(Special properties of liquids)

(૧) પ્રવાહી પદાર્થ ને કોઈ ચોક્કસ આકાર હોતો નથી પરંતુ ચોક્કસ કદ હોય છે.

(૨) એક બીજા સાથે સંબંધ ધરાવતાં વાસણોમાં પ્રવાહીની સપાટી એક સરખી રહે છે એટલે કે પ્રવાહી પોતાની સપાટી શોધે છે.

(૩) સ્થિર પ્રવાહીની સપાટી સપાટ અથવા સમક્ષિતિજ horizontal હોય છે.

(૪) પ્રવાહી પદાર્થ ઉપર કરેલું દબાણ બધી દિશામાં એક સરખું પ્રસરે છે.

(૫) પ્રવાહી વહી શકે છે. પ્રવાહીના આ ગુણને વહનતા Fluidity કહે છે. જે પ્રવાહી સહેલાઈથી વહી શકે છે દા. ત. પાણી. મદ્યાર્ક, ગ્યાસતેલ ઈત્યાદિ તે ચંચળ (Mobile) પ્રવાહી કહેવાય છે અને જે પ્રવાહી મુશ્કેલીથી વહી શકે છે દા. ત. ડામર, મધ વગેરે તે ઘટ્ટ (Viscous) પ્રવાહી કહેવાય છે.

(૬) જ્યારે પ્રવાહીનું પ્રમાણ ખૂબ ઓછું હોય છે ત્યારે તે ગોળાકાર ટીપું બનાવે છે. ગોળ ટીપાં

બનાવવાની શક્તિ સ્નેહાકર્ષણ બળને આભારી છે.

સ્નેહાકર્ષણ (Cohesion):—એટલે સમ પ્રકારના અણુઓ વચ્ચે રહેલું આકર્ષણ બળ.

સંલગ્નતા (adhesion):-એટલે વિષમ પ્રકારના અણુઓ વચ્ચે રહેલું આકર્ષણ બળ. દા. ત. કાચને ચીટકેલું પાણી, કાળા પાટીઆ ઉપર ચીટકેલાં ચાકના રજકણો.

કેશાકર્ષણ (Capillarity)

કેશાકર્ષણ:-એ પ્રવાહીમાં રહેલો એવો ગુણ છે કે જેને લીધે પ્રવાહીઓ કેશ (વાળ) જેવી બારિક નળીઓમાં ઉંચે ચઢે છે અથવા નીચે ઉતરે છે.

કેશાકર્ષણના નિયમો:—(૧) જે પ્રવાહીથી કેશ-નળીઓની દિવાલો ભિંજાય છે તે પ્રવાહી તે નળીમાં ઉંચે ચઢે છે અને નળીમાં પ્રવાહીની સપાટી અંતર્ગોળ Concave હોય છે. દા. ત. પાણીમાં બોળેલી કાચની નળી.

(૨) જે પ્રવાહી કેશનળીઓની દિવાલો ભિંજવી શકતું નથી તે પ્રવાહી તે નળીમાં નીચે ઉતરે છે અને તેની સપાટી નળીમાં બાહ્યગોળ Convex હોય છે. દા. ત. પારામાં બોળેલી કાચની નળી.

(૩) કેશનળીઓમાં પ્રવાહીની ચઢ ઉતર કેશનળીના અંદરના વ્યાસ તથા પ્રવાહીની ઘનતા ઉપર અવલંબે છે. ઘનતા ઓછી તેમ પ્રવાહી નળીમાં વધારે ચઢશે કે ઉતરશે.

કેશાકર્ષણના વ્યવહારિક દૃષ્ટાંતો:—(૧) તેલના દીવામાં તેલ કે ગ્યાસતેલનું ચઢવું, (૨) ટુવાલનો એક છેડો પાણીમાં પડ્યો હોય ત્યારે આખા ટુવાલનું ભિંજાવું, (૩) શાહી સૂસ કાગળ વડે શાહીનું ચુસાવું, (૪) છોડવાઓમાં રસ (Sap)નું ઉંચે ચઢવું. (૫) ઉષ્ણુતાયંત્રમાં પારો દાખલ કરતાં મુશ્કેલી નડવી વગેરે.

નોંધ:—કેશાકર્ષણની ક્રિયા મુખ્યત્વે કરીને સ્નેહાકર્ષણ અને સંલગ્નતા એ બન્ને બળોની સંયુક્ત અસરનું પરિણામ છે.

વાયુઓના વિશિષ્ટ (Special) ગુણો

(૧) વાયુઓ વહનશીલ હોય છે. (૨) વાયુઓને ચોક્કસ કદ કે આકાર જેવું કશું હોતું નથી. (૩) વાયુઓને સહેલાઈથી સંકોચાવી શકાય છે. (૪) વાયુને સહેજ ગરમ કરવાથી તે ખૂબ વિસ્તાર પામે છે. (૫) વાયુ, પ્રવાહીની જેમ સઘળી દિશામાં એક સરખું દબાણ ફેલાવે છે.

ઘન તથા પ્રવાહી પદાર્થોના ગુણોની સરખામણી

ઘન પદાર્થો

૧ ચંચળ હોતા નથી.

૨ અણુઓ ખૂબ પાસે પાસે આવેલાં હોય છે.

૩ અમુક અપવાદ સિવાય ઘન પદાર્થો બહુ જ જુજ પ્રમાણમાં સંકોચાવી શકાય છે.

૪ આકાર જાળવી રાખે છે.

૫ એકજ દિશામાં દબાણ પ્રસરાવે છે,

૬ કઠણ હોય છે.

૭ તાન્તવ અને ઘનવર્ધનિય હોય છે.

પ્રવાહી પદાર્થો

૧ ચંચળ હોય છે.

૨ અણુઓ એટલાં પાસે પાસે હોતાં નથી.

૩ થોડા પ્રમાણમાં સંકોચાવી શકાય છે.

૪ આકાર જાળવી શકતા નથી.

૫ સઘળી દિશામાં દબાણ પ્રસરાવે છે.

૬ કઠણ હોતાં નથી.

૭ તાન્તવ અને ઘનવર્ધનિય નથી.

પ્રવાહી તથા વાયુઓના ગુણોની સરખામણી

પ્રવાહી

૧ ચોક્કસ કદ હોય છે પરંતુ ચોક્કસ આકાર હોતો નથી.

૨ જલદીથી વહે છે,

૩ મુશ્કેલીથી સહેજ સંકોચાવી શકાય છે.

૪ સ્થિર પ્રવાહીની સપાટી હંમેશાં સપાટ હોય છે.

૫ ગરમ કરવાથી સાધારણ વિસ્તાર પામે છે.

વાયુ

૧ ચોક્કસ કદ કે આકાર હોતો નથી.

૨ ઘણીજ ઝડપથી વહે છે.

૩ ઘણીજ સહેલાઇથી સંકોચાવી શકાય છે.

૪ સપાટી સપાટ હોતી નથી.

૫ ગરમ કરવાથી ખૂબ વિસ્તાર પામે છે.

દબાણ (Pressure)

દબાણ એટલે એકમ ક્ષેત્રફળ જેટલી સપાટી ઉપર થતું જોર અથવા બળ.

$$\text{દબાણ} = \frac{\text{બળ}}{\text{ક્ષેત્રફળ}} \quad । \quad \text{બળ} = \text{દબાણ} \times \text{ક્ષેત્રફળ}$$

પ્રવાહીનું દબાણ (Liqnid pressure):– એટલે પ્રવાહીની અંદર કોઈ પણ બિન્દુ આસપાસની એકમ ચોરસ સપાટી પર થતું પ્રવાહીનું જોર.

પ્રવાહીનાં દબાણના નિયમો:–

૧ દબાણ વાસણનાં આકાર કે પ્રવાહીનાં કદ ઉપર આધાર રાખતું નથી.

૨ પ્રવાહીની અંદર ગમે તે બિંદુએ થતું દબાણ પ્રવાહીની ખુલ્લી સપાટીથી તે બિંદુની ઉંડાઇને પ્રમાણસર હોય છે એટલે કે ઉંડાઈ વધારે તો દબાણ વિશેષ.

૩ દબાણ પ્રવાહીની ઘનતાને પ્રમાણસર હોય છે. ઘનતા વધારે તો દબાણ વિશેષ થાય છે.

૪ દબાણ વાસણની સપાટીને કાટખૂણે અને સઘળી દિશામાં એક સરખું થાય છે.

પ્રવાહીના દબાણનું પ્રસરણ

પાસ્કલનો નિયમ (Pascal's law) "પ્રવાહીના કોઈ પણ ભાગ ઉપર લગાડેલું દબાણ, જરાપણ ઘટ્યા વગર પ્રવાહીની અંદર બધી દિશામાં સંચાર પામે છે અર્થાત્ પ્રસરે છે અને તે હંમેશાં પ્રવાહીને ધરી રાખનાર વાસણની સપાટીને કાટખૂણે લાગે છે."

આ નિયમનો વ્યવહારૂ ઉપયોગ બ્રહ્માના જળ-

દાબકયંત્ર Bramah's hydraulic press માં કરવામાં આવ્યો છે.

જળદાબક અથવા બ્રહ્માનું યંત્રઃ-

ઉપયોગઃ-રૂ, ઘાસ, કાગળ, ઊન, વગેરે ચીજોને દબાવી તેમની ગાંસડીઓ બનાવવામાં, ધાતુના પતરામાં કાણાં પાડવામાં, ધાતુ ઉપર નકશી કરવામાં, ગ્રામો-ફોનની રેકર્ડો બનાવવામાં વગેરે અનેક કાર્યોમાં આ યંત્રનો ઉપયોગ થાય છે.

રચનાઃ-આ યંત્રમાં બે નળા હોય છે. એક નાનો અને બીજો મોટો. એ બે નળાઓ એક વાંકી મજબુત નળીથી જોડેલાં હોય છે. બન્ને નળામાં ચૂસ્ત રીતે સરકી શકે એવો એકેક દટ્ટો હોય છે. બન્ને નળાને તળીએ ઉપર ઉઘડી શકે એવા એકેક વાલ્વની રચના કરવામાં આવી હોય છે. નાનો નળો પાણીની ટાંકી સાથે એક સીધી નળીથી જોડેલો હોય છે અને નાના નળામાં સરકતાં દટ્ટા સાથે એકદાબ પંપ લગાડેલો હોય છે.

કાર્યઃ-જ્યારે દાબપંપનો હાથો ઉપાડવામાં આવે છે ત્યારે ટાંકીમાંથી પાણી નાના નળાને તળીએ ગોઠવેલા વાલ્વને ઉઘાડી નાના નળામાં દાખલ થાય છે. પછી જ્યારે હાથો નીચે લાવવામાં આવે છે ત્યારે નાના નળાનો વાલ્વ બંધ થાય છે અને તે નળામાં ભરાએલું પાણી સંકોચાય છે અને એ પાણી વાંકી નળી વાટે મોટા નળાનો વાલ્વ ઉઘાડી-મોટા નળામાં દાખલ થઈ—મોટા દટ્ટાને ખૂબ જોરથી ઉપર ધકેલે છે-પરિણામે મોટા દટ્ટાના પ્લેટફોર્મ ઉપર ગોઠવેલી ગાંસડી દબાય છે.

સિદ્ધાંતઃ-પાસ્કલનો નિયમ.

સૂત્રઃ-

$$\frac{\text{મોટા દટ્ટા ઉપર થતું જોર (બળ)}}{\text{નાના દટ્ટા ઉપર લગાવેલું જોર}} = \frac{\text{મોટા દટ્ટાની સપાટી}}{\text{નાના દટ્ટાની સપાટી}}$$

$$= \frac{(\text{મોટા દટ્ટાનો વ્યાસ})^2}{(\text{નાના દટ્ટાનો વ્યાસ})^2}$$

= યાંત્રિક ફાયદો (mechanical advantage)

સરખા દબાણની રીતથી પ્રવાહી પદાર્થોની વિશિષ્ટ ઘનતા U યુ આકારની નળીની મદદથી નક્કી કરી શકાય છે.

રીત પહેલી:–પાણી સાથે મિશ્ર ન થાય એવાં પ્રવાહીની વિ. ગુ. યુ નળીની મદદથી નક્કી કરવી.

યુ નળી લ્યો. તે નળીના એક ભુજ (arm) મારફતે પાણી રેડો અને બીજા ભુજ મારફતે આપેલ પ્રવાહી રેડો. જ્યારે પાણી અને પ્રવાહી એકબીજાંને સમતોલ રાખે ત્યારે જ્યાં પાણીની તેમજ પ્રવાહીની સપાટી મળતી હોય તે સપાટીથી અર્થાત્ પાણીની સામાન્ય સપાટીથી પાણીની તેમજ પ્રવાહીની ઉંચાઇ માપો. પછી પાણીની ઉંચાઇને પ્રવાહીની ઉંચાઈ વડે ભાગી પ્રવાહીનું વિ. ગુ. શોધી કાઢો.

$$\text{સૂત્રઃ-પ્રવાહીનું વિ. ગુ.} = \frac{\text{પાણીની ઉંચાઈ}}{\text{પ્રવાહીની ઉંચાઈ}}$$

રીત બીજીઃ-પાણી સાથે મિશ્ર થાય દા. ત. દારૂ એવાં પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવું.

યુ નળી લ્યો. એમાં પ્રથમ થોડો પારો રેડો. પછી એક ભુજમાંથી પાણી રેડો અને બીજા ભુજમાંથી એટલું પ્રવાહી રેડો કે જેથી પારાની સપાટી નળીના બન્ને ભુજમાં એક સરખા રહે, ત્યારબાદ પારાની સામાન્ય સપાટીથી પાણીની તથા પ્રવાહીની ઉંચાઈ માપો. પછી પાણીની ઉંચાઈને પ્રવાહીની ઉંચાઈ વડે ભાગી પ્રવાહીનું વિ. ગુ. શોધી કાઢો.

ત્રીજી રીતઃ-પાણી સાથે મિશ્ર થાય યા ન થાય એવાં બધાં પ્રવાહીઓની વિશિષ્ટ ઘનતા એક ત્રીજી રીતે હેરના સાધન વડે શોધી શકાય છે.

હેરનું સાધન (Hare's apparatus)

એ એક ઉંધી યુ આકારની નળી હોય છે.

એની ટોચે એક નાની સીધી નળી જોડેલી હોય છે અને સીધી નળી સાથે ચાંપ વડે બંધ થઇ શકે એવી રબરની નળી જોડેલી હોય છે. પ્રથમ યુ નળીના બે છેડાઓ નીચે પાણીથી તથા જે પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવું હોય તે પ્રવાહીથી ભરેલું એકેક કાચનું પ્યાલું ગોઠવવામાં આવે છે. ત્યારબાદ ચાંપ ખોલી રબરની નળી મારફતે યુ નળીમાંથી હવા ચૂસવામાં આવે છે એટલે બહારની હવાના દબાણને લીધે નળીના બન્ને ભુજમાં પાણી તથા પ્રવાહી ઉંચે ચઢે કે તુરતજ ચાંપ બંધ કરી, પ્યાલામાંના પ્રવાહી તથા પાણીની સપાટીએથી–પ્રવાહી તથા પાણીની ઉંચાઈ માપવામાં આવે છે. પછી પાણીની ઉંચાઈને પ્રવાહીની ઉંચાઇ વડે ભાગી પ્રવાહીનું વિ. ગુ. નક્કી કરવામાં આવે છે.

આર્કીમીડીઝનો નિયમ.

(Archimede's principle)

"જ્યારે કોઈ ઘન વસ્તુને પ્રવાહીમાં સંપૂર્ણ

ડુબાવવામાં આવે છે ત્યારે તે વસ્તુ પોતાનું વજન કંઇક અંશે ગુમાવે છે, અને વજનની એ ઘટ વસ્તુથી ખસી ગએલ પ્રવાહીના વજન બરાબર હોય છે."

સમજુતી (Explanation):—જ્યારે કોઇ નક્કર પદાર્થને પ્રવાહીમાં સંપૂર્ણ ડુબાવવામાં આવે છે ત્યારે તે પદાર્થના કદ જેટલું પ્રવાહી આજુબાજુ ખસી જઈ પદાર્થને જગ્યા કરી આપે છે. ડુબેલો પદાર્થ પોતાના વજનને લીધે નીચે જાય છે અને પ્રવાહી પોતાની તારક અથવા પ્લવન શક્તિ (Buoyancy) જે ડુબેલા પદાર્થથી ખસી જતાં પ્રવાહીની વજન બરાબર હોય છે તેને લીધે ડુબેલા પદાર્થને ઉપરની તરફ ધકેલે છે. આમ બે વિરૂદ્ધ દિશામાં કામ કરતાં બળોનું પરિણામ એ આવે છે કે પદાર્થના વજનમાં, જેટલા વજનનું પ્રવાહી ખસી જાય છે તેટલી ઘટ આવે છે. પદાર્થના દ્રવ્યમાં કશી ઘટ થતી નથી એટલે એ ઘટને દેખીતી ઘટ કહે છે.

પ્રયોગાત્મક સાબીતી (Experimental proof)

પાણી કરતાં ભારે અને પાણીમાં અદ્રાવ્ય એવો એક નક્કર પદાર્થ લઈ તેને અનુક્રમે હવામાં તથા પાણીમાં જોખો. હવામાં જે વજન આવે તેમાંથી પદાર્થનું પાણીમાં જે વજન થયું હોય તે બાદ કરી પાણીમાં પદાર્થના વજનની થતી ઘટ નક્કી કરો. ત્યારબાદ પદાર્થને પાણીથી ભરેલાં નાળચાવાળાં વાસણમાં સંભાળપૂર્વક ડુબાવી પદાર્થથી સ્થાનાંતર થતું પાણી એક પ્રથમથી વજન કરેલાં કાચનાં પ્યાલામાં ઝીલો પછી સ્થાનાંતર થયેલ પાણીનું વજન નક્કી કરો એટલે માલમ પડશે કે પાણીમાં પદાર્થના વજનની જેટલી ઘટ થાય છે તેટલુંજ સ્થાનાંતર પાણીનું વજન હોય છે.

નોંધ:—મેટ્રીક પદ્ધતિમાં જેટલું પાણીનું વજન ગ્રામમાં હોય છે તેટલું જ પાણીનું કદ ઘન સેન્ટી-

મીટરમાં હોય છે. એથી **પાણીમાં પદાર્થના વજનની ઘટ**=સ્થાનાંતર પાણીનું વજન=સ્થાનાંતર પાણીનું કદ=**પદાર્થનું** કદ.

આર્કીમીડીઝના સિદ્ધાન્ત અનુસાર ઘન તથા પ્રવાહી પ્રદાર્થોની ઘનતા તથા વિશિષ્ટ ઘનના (વિ.ગુ.) નક્કી કરવી.

(૧) પાણી કરતાં ભારે ઘનની ઘનતા અને વિશિષ્ટ ઘનતા:-

પ્રથમ આપેલી ઘન વસ્તુનું હવામાં વજન કરો. પછી એજ વસ્તુને પાણીમાં ડુબાવી-તેનું પાણીમાં વજન કરો. હવામાં વસ્તુનું જે વજન થયું હોય તેમાંથી વસ્તુનું પાણીમાં જે વજન આવ્યું તે બાદ કરી પાણીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ નક્કી કરો. આર્કીમીડીઝ સિદ્ધાન્ત મુજબ પાણીમાં વજનની જે ઘટ થઈ તે વસ્તુના કદે કદ પાણીનું વજન કહી શકાય એટલે વસ્તુનું હવામાં જે વજન આવ્યું

તેને વજનમાં જે ઘટ પડે તે વડે ભાગી વસ્તુની ઘનતા અથવા વિશિષ્ટ ઘનતા શોધવાની હોય તો વિશિષ્ટ ઘનતા શોધી કાઢો.

સૂત્ર:-

$$\text{ઘન વસ્તુની ઘનતા} = \frac{\text{વસ્તુનું હવામાં વજન}}{\text{પાણીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ}}$$

$$\text{ઘન વસ્તુની વિ. ગુ.} = \frac{\text{વસ્તુનું હવામાં વજન}}{\text{પાણીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ}}$$

(૨) પાણી કરતાં હલકી ઘન વસ્તુની ઘનતા અને વિશિષ્ટ ઘનતા નક્કી કરવાની રીત:-

પ્રથમ હલકી વસ્તુનું હવામાં વજન કરો. ત્યારબાદ તે વસ્તુ પાણીમાં સંપૂર્ણ ડુબતી ન હોવાથી તેની સાથે એક ડુબક Sinker (લોખંડનો કે પત્થરનો કકડો) બાંધી તે બન્ને વસ્તુઓનું પાણીમાં વજન કરો. પછી તે ડુબકને એકલો પાણીમાં ડુબાવી તેનું પાણીમાં વજન કરો. છેલ્લાં બે વજનનો તફાવત શોધી-હલકી વસ્તુનું પાણીમાં વજન નક્કી કરો.

પાણીમાં હલકી વસ્તુનું જે વજન આવ્યું તે વસ્તુના હવામાંના વજનમાંથી બાદ કરી-પાણીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ શોધી કાઢો. ત્યારબાદ હવામાંના વજનને ઘટ વડે ભાગી આપેલી વસ્તુની ઘનતા અથવા વિ. ગુ માગી હોય તો વિ. ગુ. શોધી કાઢો.

(૩) પ્રવાહીની વિશિષ્ટ ઘનતા નક્કી કરવાની રીતઃ -

પ્રથમ પાણી તથા આપેલાં પ્રવાહી કરતાં ભારે હોય એવી એક ઘન વસ્તુનું હવામાં વજન કરો. ત્યારબાદ તે વસ્તુને અનુક્રમે પ્રવાહીમાં તથા પાણીમાં ડુબાવી, તેનું પ્રવાહીમાં તથા પાણીમાં વજન કરો. પ્રવાહીમાં તથા પાણીમાં જે વજન આવ્યું તેને હવામાં જે વજન થયું હોય તેમાંથી બાદ કરી પ્રવાહીમાં તથા પાણીમાં થતી વસ્તુના વજનની ઘટ નક્કી કરો. હવે આર્કીમીડીઝના નિયમાનુસાર વસ્તુના વજનની પ્રવાહીમાં જે ઘટ

આવી તે વસ્તુના કદ જેટલું પ્રવાહીનું વજન કહી શકાય. એવી જ રીતે વસ્તુના વજનની પાણીમાં જે ઘટ આવી તે વસ્તુના કદ જેટલું પાણીનું વજન કહી શકાય. એથી પ્રવાહીમાં વસ્તુના વજનની થતી ઘટને પાણીમાં થતી ઘટ વડે ભાગી, પ્રવાહીની વિશિષ્ટ ઘનતા શોધી કાઢો.

સૂત્ર:-

$$\text{પ્રવાહીની વિશિષ્ટ-ઘનતા} = \frac{\text{પ્રવાહીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ}}{\text{પાણીમાં વસ્તુના વજનની ઘટ}}$$

તારવણી:—આર્કીમીડીઝના સિદ્ધાન્તનો ઉપયોગ (૧) વસ્તુનું કદ શોધી કાઢવા, (૨) ભારે અથવા હલકા ઘન પદાર્થોની તથા પ્રવાહીઓની ઘનતા અને વિશિષ્ટ ઘનતા નક્કી કરવામાં થાય છે.

પ્રવાહીમાં વસ્તુઓનું તરવું

સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે લોખંડ, સીસું, સોનુ, રૂપું, પત્થર વગેરે ચીજો પાણીમાં ડૂબી જાય છે અને લાકડું, મીણ, બૂચ, બરફ ઈત્યાદિ વસ્તુઓ

પાણીમાં તરે છે. તરતી વખતે તરતી વસ્તુઓનો અમુક ભાગ પાણીમાં ડુબેલો હોય છે અને અમુક ભાગ પાણીની સપાટી ઉપર હવામાં રહેલો હોય છે.

કોઈપણ વસ્તુ પ્રવાહીમાં તરશે કે ડુબશે તે નીચેની બાબતોથી જાણી શકાય છે.

વસ્તુએ સ્થળાંતર કરેલું એટલે કે વસ્તુના કદ જેટલાં પ્રવાહીનું વજન જો વસ્તુના વજન કરતાં—ઓછું હશે તો તે વસ્તુ તે પ્રવાહીમાં ડુબી જશે બરાબર હશે તો ગમે ત્યાં સમતોલ રહેશે અને વધારે હશે તો તરશે

અથવા

બીજી રીતે કહીએ તો વસ્તુની ઘનતા પ્રવાહીની ઘનતા કરતાં વધારે-સરખી કે ઓછી હશે તો તે વસ્તુ તે પ્રવાહીમાં ડુબશે-સમતોલ રહેશે કે તરશે.

તરતી વસ્તુનો નિયમ (Law of floatation):—' તરતી વસ્તુ હંમેશાં પોતાનાં વજન જેટલું

પ્રવાહી ખસેડે છે. એટલે કે જ્યારે પ્રવાહીમાં કોઈ વસ્તુ તરતી હોય છે ત્યારે તે તરતી વસ્તુનું વજન, તેના ડુબેલા ભાગથી ખસી ગએલ પ્રવાહીનાં વજન બરાબર હોય છે.

ઉપરના નિયમની મદદથી તરતી એટલે કે પાણીથી હલકી વસ્તુની વિશિષ્ટ-ઘનતા નીચે દર્શાવેલી રીત મુજબ નક્કી કરી શકાય.

રીતઃ-પ્રથમ એક નાળચાવાળું વાસણ લ્યો. તેમાં નાળચા સુધી પાણી ભરો. પછી તેમાં આસ્તેથી એક લાકડાનો ટુકડો મૂકો અને લાકડાના ડુબેલા ભાગથી જેટલું પાણી ખસી જાય તેને એક પ્યાલામાં ઝીલી તે પાણીનું વજન નક્કી કરો. ત્યારબાદ તરતા લાકડાના ટુકડાને ટાંકણીવડે દબાવી પાણીમાં સંપૂર્ણ ડુબાવો અને વધારાનું જે પાણી ખસી જાય તેને પેલાં પ્યાલામાં ઝીલી સમસ્ત લાકડાના ટુકડાથી ખસી ગએલ પાણીનું વજન નક્કી કરો. પછી નીચેના સૂત્રની મદદથી લાકડાની વિશિષ્ટ ઘનતા શોધી કાઢો.

સૂત્રઃ-૧

$$\text{તરતી વસ્તુની વિશિષ્ટ-ઘનતા} = \frac{\text{તરતી વસ્તુના ડુબેલા ભાગથી ખસી ગએલ પાણીનું વજન.}}{\text{સમસ્ત વસ્તુથી ખસી ગએલ પાણીનું વજન.}}$$

પરંતુ

મેટ્રીક પધ્ધતીમાં પાણીનું જેટલું વજન ગ્રામમાં થાય તેટલુંજ પાણીનું કદ ઘન-સે-મી-માં હોય એથી ઉપરનું સૂત્ર નીચે મુજબ પણ ઘટાવી શકાય

સૂત્રઃ-૨

$$\text{તરતી વસ્તુની વિશિષ્ટ ઘનતા} = \frac{\text{તરતી વસ્તુના ડુબેલા ભાગથી ખસી ગએલ પાણીનું કદ}}{\text{સમસ્ત વસ્તુથી ખસી ગએલ પાણીનું કદ}}$$

પરંતુ

જો તે તરતી વસ્તુ સમચોરસ ઘન, લંબચોરસ ઘન કે નળાકાર આકારની હોય તો ઉપર દર્શાવેલ સૂત્ર-નં. ૨ ને નીચે મુજબનું સાદું રૂપ આપી શકાય.

સૂત્રઃ-૩

$$\text{તરતી વસ્તુની વિશિષ્ટ-ઘનતા} = \frac{\text{પાણીમાં ડુબેલા ભાગની ઉંચાઈ.}}{\text{વસ્તુની આખી ઉંચાઈ}}$$

નોંધઃ-જો પાણી સિવાય અન્ય પ્રવાહીમાં વસ્તુ તરતી હોય તો તે વસ્તુની વિશિષ્ટ ઘનતા નીચેના સૂત્રની મદદથી નક્કી કરી શકાય છે.

સૂત્રઃ-૪

$$\text{તરતી વસ્તુની વિશિષ્ટ-ઘનતા} = \frac{\text{ડુબેલા ભાગનું કદ} \times \text{પ્રવાહીની વિશિષ્ટ-ઘનતા}}{\text{વસ્તુનું સમસ્ત કદ}}$$

દ્રવમાપક (Hydrometer)

આ સાધન પ્રવાહીની વિશિષ્ટ-ઘનતા બારોબાર

જાણવા માટે વપરાય છે. એ તરતી વસ્તુના નિયમ ઉપર રચાએલું છે-એટલે કે એ સાધન જ્યાં સુધી તેનું વજન તેનાથી ખસી જતાં પ્રવાહીનાં વજન બરાબર ન થાય ત્યાંસુધી તે પ્રવાહીમાં ઉંડું ઉતરે છે.

રચના :—આખું સાધન કાચનું બનેલું હોય છે. ઉપરના ભાગમાં એક સરખી પોલી લાંબી નળી હોય છે. જેની ઉપર વિ.ગુ. દર્શાવનાર આંકા પાડેલાં હોય છે. વચ્ચેનો ભાગ પહોળો હોય છે અને એથી દ્રવમાપક પ્રવાહીમાં તરી શકે છે. નીચેના ભાગમાં એક ગોળ દડી જેવું રાખેલું હોય છે. એમાં પારો અથવા સીસાની ગોળીઓ ભરવામાં આવે છે. પરિણામે દ્રવમાપક પ્રવાહીમાં ઉભું તરી શકે છે.

કાર્ય:—જ્યારે દ્રવમાપકને પ્રવાહીમાં મૂકવામાં આવે છે ત્યારે તે પોતાના વજન જેટલું પ્રવાહી ખસેડી, પ્રવાહીમાં અમુક હદ સુધી ઉંડું ઉતરી તરતું રહે છે. પ્રવાહીની સપાટી દ્રવમાપક ઉપર અંકિત કરેલા જે આંકડા આગળ આવે તે આંકડો તે પ્રવાહીની વિશિષ્ટ ઘનતા

બતાવે છે. દ્રવ માપકનું વજન કાયમ રહેતું હોવ
પાણી કરતાં હલકાં પ્રવાહીમાં એ વધારે ઉંડું ઉ
છે અને ભારે પ્રવાહીમાં ઓછું ઉંડુ ઉતરે છે; એ
ઓછી વિ. ઘનતા દર્શાવનાર આંકડા નળીના ઉ
ભાગમાં અને વધારે વિ. ઘનતા દર્શાવનાર આં
નળીના નીચલા ભાગમાં હોય છે.

લોખંડનું વહાણ કેમ તરે છે?

લોખંડ પાણી કરતાં ઘણું ભારે હોવા
લોખંડનાં પતરાંમાંથી બનાવેલાં વહાણો કે આગબો
પાણી ઉપર તરી શકે છે એનું મુખ્ય કારણ એ
કે વહાણો તથા આગબોટો પોલાં હોવાથી, તે
કદ જેટલું સ્થળાંતર થતું પાણીનું વજન-તે
કુલ વજન કરતાં વધારે હોય છે.

વાતાવરણ (Atmosphere)

વાતાવરણ એટલે પૃથ્વીની સપાટીથી માઇલે
માઇલો સુધી (આશરે ૧૫૦ થી ૨૦૦ માઇ

ઉંચે આકાશમાં પથરાએલી હવા. એ હવા આપણી આસપાસ, ઉપર, નીચે, આગળ, પાછળ એમ સર્વ સ્થળે અદૃશ્યપણે પ્રસરેલી હોય છે. પ્રત્યેક કહેવાતી ખાલી ચીજ પણ હવાથી ભરેલી હોય છે. હવા અનેક વાયુઓના મિશ્રણની બનેલી હોય છે અને એ ઘણી જ હલકી હોય છે. (પાણી કરતાં આશરે ૮૦૦ ગણી હલકી) એથી ઉપલક દૃષ્ટિએ આપણને એમ લાગે કે હવામાં વજન જેવું કશું હોતું નથી. પરંતુ હવામાં વજન છે કે નહિ તેની ખાત્રી એક ફુટબો-લની કોથળીને એમને એમ જોખી અને પછી તેમાં પંપની મદદથી હવા ભરી જોખવાથી થઈ શકે છે. આપણે આગળ જોઈ ગયાં છીએ કે પ્રત્યેક પદાર્થને વજન હોય છે અને હવા પણ વાયુરૂપી પદાર્થ હોઈ તેને પણ વજન હોય એ સ્વાભાવિક છે.

હવાનું દબાણ (Atmospheric pressure)

પદાર્થ માત્ર પોતાના વજનને લીધે કોઈ વસ્તુ

ઉપર દબાણુ કરવાની શક્તિ ધરાવે છે. જેમ વજન વિશેષ તેમ દબાણુ વધારે કરે છે. હવા પણુ પદાર્થ છે એટલે હવા પણુ દબાણુ કરે છે. હવા જો કે ઘણી જ હલકી છે પરંતુ હવાનો સ્તંભ માઈલોના માઈલ્સ ઉંચે ગએલો હોવાથી-પૃથ્વીની સપાટી ઉપર આવેલી પ્રત્યેક ચીજ ઉપર હવા ખૂબ દબાણુ કરે છે. એક સમચોરસ ઈંચ સપાટી ઉપર આશરે ૧૫ રતલ જેટલું હવાનું દબાણુ હોય છે.

હવાનું દબાણુ આટલું પ્રચંડ હોવા છતાં આપણુને તેની કશી ખબર પડતી નથી. તેનું મુખ્ય કારણુ એ છે કે આપણી આસપાસ સર્વત્ર હવા પ્રસરેલી હોય છે ઉપરાંત આપણા ફેફસામાં પણ હવા ભરેલી હોય છે. જે બહારની હવાના દબાણુને સમતોલે છે.

હવા અથવા વાયુ ભારમાપક (Barometer):—એટલે હવાનું દબાણુ માપનાર યંત્ર.

વાયુ ભારમાપકની જાતો.

- પ્રવાહી વાયુ ભારમાપક (Liquid barometer)
  - સાદુ પારાનું વાયુ ભારમાપક (Simple barometer)
  - બકનળી આકારનું પારાનું વાયુ ભારમાપક (Siphon barometer)
- નિષ્પ્રવાહી વાયુ ભારમાપક (Aneroid barometer)

પારાનું સાદું વાયુ ભારમાપક

બનાવટ:—આશરે ૩૬" કે એક મીટર લાંબી એક છેડેથી બંધ અને બીજે છેડેથી ખુલ્લી એવી એકજાડી દિવાલવાળી, પોલી કાચની નળી લ્યો. તેમાં સંભાળપૂર્વક પારો ભરી, ખુલ્લો છેડો આંગળી વડે મજબુત બંધ કરી, નળીને એક પારાથી અર્ધે ભરેલાં કાચના વાસણમાં ઉંધી વાળો. પછી આંગળી લઈ લેશો કે તુરતજ થોડોક પારો વાસણમાં નીચે પડશે અને સમુદ્ર સપાટીએ નળીમાં આશરે ૩૦" અથવા ૭૬ સે. મી જેટલો પારો ઉંચો રહેવા પામશે. પારાની એ ઉંચાઈ–વાસણમાં ભરેલા પારાની ખુલ્લી સપાટી ઉપર થતાં હવાનાં દબાણને આભારી છે. એથી કોઈ પણ સ્થળનું હવાનું દબાણ નળીમાં રહેલ પારાની ઉંચાઈમાં દર્શાવવામાં આવે છે. પારાની ટોચ ઉપર ઉપલા ભાગમાં બીલકુલ હવા હોતી નથી પરંતુ શૂન્ય (Vacuum) હોય છે એ શૂન્ય વાયુ ભારમાપકના શોધક ટોરીસેલીના માનમાં 'ટોરીસેલીના

શૂન્ય ' તરીકે ઓળખાય છે. જેમ હવાનું દબાણ વધે છે તેમ પારાના સ્તંભની ઉંચાઈ વધે છે અને જેમ દબાણ ઘટે છે તેમ પારાના સ્તંભની ઉંચાઈ ઘટે છે એટલે કે પારો નીચે ઉતરે છે.

નોંધ;– સમુદ્ર સપાટી (sea–level) એ સામાન્ય સંયેાગોમાં શૂન્ય સેન્ટીગ્રેઇડ ઉષ્ણતામાને વાતાવરણનું દબાણ ૩૦", ૭૬ સે. મી અથવા ૭૬૦ મીલીમીટર પારાના સ્તંભની ઉંચાઈ બરાબર હોય છે અને તેટલું દબાણ ધોરણ રૂપ દબાણ (Standard or normal pressure) ગણાય છે.

બકનળી આકારનું વાયુ ભારમાપક

(Siphon barometer)

આ જાતનું વાયુ ભારમાપક સાદાં વાયુ ભારમાપક કરતાં વધારે સગવડતા ભરેલું હોય છે. એમાં એક અંગ્રેજી J (જે) આકારની કાચની પોલી નળી વપરાએલી હોય છે એ નળીનો લાંબો ભુજ (arm)

ઉપરથી બંધ હોય છે અને ટુંકો ભુજ ઉપરથી ખુલ્લો હોય છે. ટુંકા ભુજ મારફતે નળીમાં સાવચેતીથી પારો ભરી, જેવી નળીને ઉભી કરવામાં આવે છે કે તુરત જ લાંબા ભુજમાંથી કેટલોક પારો નીચે ઉતરે છે અને તેના ઉપરના ભાગમાં ટોરીસેલીનું શૂન્ય પેદા થાય છે. ટુંકો ભુજ હવાને ખુલ્લો હોવાથી– એમાં રહેલી પારાની સપાટી ઉપર હવા દબાણ કરે છે અને એ દબાણ નળીના બન્ને ભુજમાં રહેલી પારાની ઉંચાઈનો તફાવત માપવાથી જાણી શકાય છે.

પ્રવાહી વાયુ ભારમાપકમાં પારો શાથી વપરાય છે તેનાં કારણો

(૧) પારો કોઈ પણ પ્રવાહીના મુકાબલે અત્યંત ભારે હોય છે (પાણી કરતાં ૧૩.૬ ગણો ભારે) એથી સમુદ્ર સપાટીએ વાતાવરણનું દબાણ માત્ર ૩૦ ઈંચ જેટલી પારાની ઉંચાઈ વડે સમતોલ રહે છે.

(૨) પારાનું ઉત્કલનબિંદુ (Boiling point)

૩૫૦° સેન્ટીગ્રેઈડ જેટલું ઉંચું હોવાથી પારાને મથાળે રહેલ ટોરીસેલીના શૂન્યમાં પારાની બાષ્પનો લગભગ અભાવ હોય છે, નહિતર બાષ્પના દબાણથી નળીમાં પારાની ઉંચાઈ નીચી રહેત અને વાતાવરણનું દબાણ હોય તેના કરતાં ઓછું દર્શાવત.

(૩) પારો ખૂબ ચળક છે એથી વાયુ ભારમાપકની નળીમાં તેની સપાટી સ્પષ્ટ દેખી શકાય છે.

(૪) પારો પાણીની માફક નળીની દિવાલ ભિંજવી દિવાલને ચિટકી રહેતો નથી. જેથી ખોટું પરિણામ આવવાની સંભાવના રહેતી નથી.

પારાના બદલે પાણી વાપરી વાયુ ભારમાપક બનાવ્યું હોત તો સમુદ્ર સપાટીએ પાણીના વાયુ ભારમાપકની ઉંચાઈ ' ૩૦"×૧૩.૬=૪૦૮"=૩૪ ' જેટલી ઘણીજ ઉંચી રહેવા પામત અને વાયુ ભારમાપકની નળી આશરે ૪૦ ફીટ જેટલી લાંબી લેવી પડત—પરિણામે તે વાયુ ભારમાપકને સાચવવામાં

તથા તેની ઉંચાઈ માપવામાં ખૂબ અગવડતા પડત. ઉપરાંત પાણીનું ઉત્કલનબિંદુ પારાની સરખામણીએ ઘણું જ નીચું (૧૦૦° સેન્ટીગ્રેઈડ) હોવાથી ટોરીસેલીના શૂન્યમાં પાણીની વરાળ ખૂબ પ્રમાણમાં હોત જેથી દબાણનું માપ પણ ભુલ ભરેલું આવત. પાણીના વાયુ ભારમાપકનો જો કોઈ ફાયદો હોય તો એ છે કે વાતાવરણના દબાણમાં થતો સહેજ-ફેરફાર પણ તેના વડે નોંધી શકાય છે. જ્યારે પારાના વાયુ ભારમાપકમાં તે ફેરફાર નોંધી શકાતો નથી.

નિષ્પ્રવાહી વાયુ ભાર માપક
(Aneroid Barometer)

પારાનું વાયુ ભારમાપક લાંબુ તેમજ એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જવું ઘણુંજ અગવડતાભર્યું હોવાથી વહાણો તથા આગબોટોમાં, વિમાનોમાં તથા પર્વતોની ઉંચાઈ માપવા માટે કોઈપણ જાતના પ્રવાહીથી મુક્ત એવું નિષ્પ્રવાહી વાયુ ભાર માપક વપરાય છે.

એમાં એક બહુજ પાતળા તથા વળી શકે એવા કરચલીવાળા ઢાંકણાવાળી ધાતુની ડબી હોય છે. એ ડબીમાંથી ઘણીખરી હવા શોષી લેવામાં આવી હોય છે. જ્યારે બહારની હવાનુ દબાણ વધે છે ત્યારે એ ઢાંકણું અંદરની તરફ વળી જાય છે અને દબાણ ઘટે છે ત્યારે તે બહારની તરફ વળી ઉપસે છે. એ ઢાંકણાની હીલચાલ કમાન તથા અનેક ઉચ્ચાલનો દ્વારા એક દર્શક કાંટાને પહોંચાડવામાં આવે છે પરિણામે તે કાંટો ચંદા ઉપર ડાબી કે જમણીમેર દબાણના વધઘટના પ્રમણમાં, ઘડીઆળના કાંટાની માફક ફરે છે અને તે કોઇપણ સ્થળનું હવાનું દબાણ દર્શાવે છે.

વાયુ ભારમાપકના ઉપયોગ

(Uses of barometer)

(૧) હવાનું દબાણ માપે છે.

(૨) હવામાન અથવા આબોહવાની આગાહી આપે છે.

ભેજવાળી હવા સુકી હવા કરતાં હલકી હોવાથી, જ્યારે વાતાવરણમાં ભેજનું પ્રમાણ વધે છે ત્યારે હવાનું દબાણ ઘટે છે–પરિણામે વાયુ ભારમાપકમાં પારો નીચે ઉતરે છે અને ભેજનું પ્રમાણ ઘટી હવા સુકી થાય છે ત્યારે પારો ઉંચે ચઢે છે. એથી વાયુ ભારમાપકમાં પારો જો એકાએક ઝડપથી નીચે ઉતરે તો વાતાવરણમાં ભેજનું પ્રમાણ ખૂબ વધી ગયું છે એમ જાણી શકાય છે અને ટુંક મુદતમાં સખત વરસાદનું તોફાન શરૂ થશે એવી આગાહી કરી શકાય છે. આ અગમચેતી વહાણવટીઓને તથા હવાઈ જહાજોમાં મુસાફરી કરનારાઓને ખૂબ ઉપયોગી નિવડે છે. જો પારો ધીરે ધીરે નીચે ઉતરતો હોય તો વરસાદની આગાહી આપે છે. આ આગાહી ખેડુત વર્ગને ઉપયોગી નિવડે છે. જો પારો ધીરે ધીરે ચઢતો હોય તો સૂકી હવા અને એકાએક ચઢતો હોય તો અતિશય સૂકી હવાની આગાહી કરે છે.

(૩) પર્વતોની ઉંચાઈ માપવા તથા હવામાં ઉડનારા પોતે કેટલે ઉંચે છે તે જાણવા માટે પણ વાયુભારમાપક વાપરે છે.

જેમ જેમ આપણે ઉંચે જઈએ છીએ તેમ તેમ હવાનું દબાણ ઘટતું જાય છે-પરિણામે યંત્રમાં પારો નીચે ઉતરે છે. સામાન્ય નિયમ તરીકે ૯૦૦ ફીટ ઉંચે જતાં પારો ૧" નીચે ઉતરે છે; પરંતુ જેમ જેમ તેથી ઉંચે જઈએ છીએ તેમ તેમ હવા પાતળી થતી હોવાથી-૯૦૦ ફીટથી વધારે ઉંચે જઈએ છીએ ત્યારે ૧" પારો નીચે ઉતરે છે.

હિમાલયના 'એવરેસ્ટ' શિખર ઉપર ચઢનારાઓને નડતી મુસ્કેલીઓ;—

(૧) જેમ જમ આપણે દરીઆની સપાટીથી વધારે ને વધારે ઉંચે જઈએ છીએ તેમ તેમ હવા અત્યંત પાતળી થતી જાય છે. એવરેસ્ટ શિખર આશરે ૫૩ માઈલ જેટલું ઉંચું હોવાથી ત્યાંની

હવા દરીઆની સપાટીની હવા કરતાં આશરે ૧/૩ ગણી હલકી હોય છે. પરિણામે પાતળી હવામાંથી પૂરતા પ્રમાણમાં પ્રાણવાયુ oxygen મળી શકતો નથી અને એથી પૂરતો પ્રાણવાયુ મેળવવા માટે દરીઆની સપાટીએ એક મીનીટમાં જેટલી વાર શ્વાસ લઈએ છીએ તેના કરતાં ૩ થી ૪ ગણી ઝડપથી શ્વાસ લેવો પડે છે અને ખૂબ તકલીફ સહન કરવી પડે છે. એ મુશ્કેલી ટાળવા પર્વત ચઢનારાઓ પોતાની પીઠ ઉપર પ્રાણ-વાયુથી ભરેલાં નળા રાખે છે અને તેમાંથી એક નળી મારફતે જોઈતો પ્રાણવાયુ મેળવે છે.

(૨) ઉંચી સપાટીએ હવાનું દબાણ ઘણુંજ ઓછું હોય છે; એવરેસ્ટ શિખર ઉપર હવાનું દબાણ પારાની આશરે ૧૦" ઉંચાઈ બરાબર હોય છે; એથી આપણા શરીરમાં રહેલી હવાનું દબાણ પર્વત ઉપરની હવાના દબાણ કરતાં ઘણું જ વધારે રહેવા પામે છે. એથી ઉંચા પર્વતો ચઢનારાઓને લોહીનું દબાણ ખૂબ વધી જાય છે જેથી લોહીની શિરાઓ

તૂટી જાય છે અને આંખ, કાન, નાકમાંથી લોહી વહેવા માંડે છે તથા મ્હોંમાંથી લોહીની ઉલટીઓ થાય છે. ઉપરાંત સાંધાઓ કામ કરી શકતા નથી. સ્નાયુઓને અતિશય કામ કરવું પડે છે. પરિણામે ખૂબ થાક લાગે છે વગેરે અનેક વિટંબણા ભોગવવી પડે છે.

(૩) ઉંચી સપાટીએ હવા અત્યંત ઠંડી હોય છે. ૫ માઈલ ઉંચે હવાનું ઉષ્ણતામાન પાણીના હિમ બિંદુથી પણ ૨૦° સેન્ટી ગ્રેઈડ જેટલું નીચું હોય છે-જેથી અવરેસ્ટ શિખર પર ચઢનારાઓ અત્યંત ઠંડીને લીધે ઠરીને હિમવત થઈ જાય છે. ઉપરાંત ત્યાં બરફનું તોફાન સામાન્ય હોય છે. કઈ પળે બરફની ભેખડો તૂટી પડશે કે હિમ નદીઓ વહેવા માંડશે તે કહી શકાતું નથી.

ઉપર દર્શાવેલાં કારણોને લીધે હિમાલયનું શિખર સર કરવા મનોરથ સેવનારા અને ભગીરથ પ્રયત્ન

કરનારા મનુષ્યો આજદિન તક ફાવ્યા નથી અને એ શિખર હજીસુધી અજેય રહ્યું છે.

બોઇલનો નિયમ

(Boyle's law)

કોઈપણ વાયુનું કદ તથા તે વાયુ ઉપર થતું દબાણ એ બે વચ્ચે શો સંબંધ રહેલો છે તે પ્રથમ આયર્લેન્ડના મહાન વૈજ્ઞાનિક **સર રોબર્ટ બોઇલે** અનેક પ્રયોગો દ્વારા શોધી કાઢી, નીચેનો સિદ્ધાંત પ્રતિપાદિત કર્યો.

‘ નિયત ઉષ્ણતામાને કોઈ પણ વાયુના કદની તે વાયુ ઉપર થતાં દબાણથી વ્યસ્ત (Inverse) પ્રમાણમાં વધઘટ થાય છે એટલે કે જેટલાં પ્રમાણમાં દબાણ વધે ઘટે છે તેટલાંજ પ્રમાણમાં કદની ઘટવધ થાય છે.

દા. ત. દબાણ બમણું થાય છે તો કદ અર્ધું થાય છે
દબાણ ત્રણગણું થાય છે તો કદ $\frac{1}{3}$ થાય છે.
દબાણ અર્ધું થાય છે તો કદ બમણું થાય છે

અથવા

ઉપરનો નિયમ બીજી રીતે કહીએ તો નીચે મુજબ ઘટાવી શકાય : નિયત ઉષ્ણતામાને કોઈપણ વાયુના કદ તથા તે વાયુ ઉપર થતા દબાણનો ગુણાકાર હંમેશાં એક સરખો રહે છે.

$$\because \text{દબાણ} \propto \frac{૧}{\text{કદ}}$$

$$\therefore \text{દબાણ} \times \text{કદ} = \text{નિયત સંખ્યા (constant)}$$

વાયુની ઘનતા અને દબાણ વચ્ચેનો સંબંધ

$$\because \text{દબાણ} \propto \frac{૧}{\text{કદ}} \text{ અને ઘનતા} \propto \frac{૧}{\text{કદ}}$$

$$\therefore \text{દબાણ} \propto \text{ઘનતા}$$

એટલે કે નિયત ઉષ્ણતામાને કોઇપણ વાયુની ઘનતા તેના ઉપર થતાં દબાણના પ્રમાણમાં વધે ઘટે છે અર્થાત્ દબાણ વધે તો ઘનતા વધે છે અને દબાણ ઘટે તો ઘનતા ઘટે છે.

બોઇલના નીયમ મુજબ કામ કરતાં યંત્રો

(૧) સામાન્ય જળ શોષક પંપ અથવા પાણી ખેંચવાનો પંપ (Common lift pump).

રચના:—એ એક મજબુત નળાકારનો બનેલો હોય છે. એ નળાકારમાં ચુસ્ત રીતે સરકી શકે એવો દટ્ટો (Piston) વપરાયો હોય છે. દટ્ટાની સાથે એક હાથો જોડેલો હોય છે. નળાકારને તળીએ તથા દટ્ટામાં ઉપર ઉઘડી શકે એવો એકેક વાલ્વ ગોઠવેલો હોય છે. નળાકાર એક સીધી લાંબી નળી વાટે પાણીની ટાંકી સાથે જોડેલો હોય છે તથા નળાકારની ઉપર, બાજુમાં પાણી નીકળવાનું નાળચું રાખેલું હોય છે.

કાર્ય:—જ્યારે દટ્ટાને હાથા વડે આસ્તેથી ઉંચકવામાં આવે છે ત્યારે નળાકારમાંહે રહેલી હવા વધારે અવકાશ મળવાથી વિસ્તાર પામે છે—પરિણામે બોઇલના સિધ્ધાન્ત અનુસાર અંદરની હવાનું દબાણ

ઘટે છે જેથી નળાકારની તળીએ ગોઠવેલો વાલ્વ ખુલી જાય છે અને નળાકારમાં સીધી નળીમાં રહેલી કેટલીક હવા ભરાય છે.

જ્યારે દટ્ટાને હાથાવડે નીચે ઉતારવામાં આવે છે ત્યારે નળાકારમાં ભરાએલી હવા દબાય છે. પરિણામે અંદરની હવાનું દબાણ વધે છે-જેથી તળીઆનો વાલ્વ બંધ થાય છે અને દટ્ટાનો વાલ્વ ખુલી જાય છે--જેથી નળાકારમાં ભરાએલી કેટલીક હવા નાળચાં વાટે બહાર ચાલી જાય છે. આવી રીતે દટ્ટાને વારંવાર ઉંચોનીચો કરવાથી નળીમાંની બધી હવા બહાર નીકાલી શકાય છે, ત્યારબાદ દટ્ટો ઉંચકાય છે ત્યારે હવે નળાકારમાં હવાને બદલે પાણી ભરાય છે અને દટ્ટો નીચે લઈ જવામાં આવે છે એટલે તે પાણી નાળચાં વાટે બહાર નિકળે છે.

નોંધ:—આ પંપ વડે પાણી ૩૪ ફુટ કરતાં વધારે ઉંચે ચઢાવી શકાતું નથી કારણ કે હવાનું દબાણ પાણીના ૩૪ ફુટ સ્તંભની ઉંચાઈથી વધારે

ઉંચાઈ સમુદ્ર સપાટીએ સમતોલ રાખી શકતું નથી. એથી આ પંપનું નાળચું પાણીની સપાટીથી ૩૪ ફુટ કરતાં વધારે ઉંચુ રાખવું જોઈએ નહિ એ દેખીતું છે. વ્યવ્હારમાં તો પાણી ૩૦ ફુટ કરતાં વધારે ઉંચે ચઢાવી શકાતું નથી.

(૨) ગ્યાસતેલનો પંપ
(Kerosene oil pump):-

આ પંપની રચના જળશોષક પંપ જેવી હોય છે. ફેર માત્ર એટલોજ હોય છે કે આ પંપમાં દટ્ટાનો વાલ્વ હોતો નથી જેથી ગ્યાસતેલ કાઢવા માટે આ પંપને ઝડપથી ચલાવવો પડે છે.

(૩) હવાની ટાંકીવાળો દાબ પંપ
(Force-pump with an air-barrel)

સામાન્ય જળશોષક પંપ વડે ૩૦ ફુટ કરતાં વધારે ઉંચાઈએ પાણી ચઢાવી શકાતું નથી–આ મુશ્કેલી દૂર કરવા દાબ પંપ વપરાય છે.

રચના:—આ પંપની રચના ઘણેખરે અંશે સામાન્ય જળશેાષક પંપને મળતી હેાય છે. ફેર માત્ર એટલેાજ હેાય છે કે આ પંપમાં સામાન્ય પંપની જેમ દટ્ટો પેાલેા ન હેાતાં નક્કર solid હેાય છે એટલે દટ્ટામાં વાલ્વની રચના ન હેાતાં નળાકારની બાજુમાંથી શરૂ થતી એક આડી નળીના મુખ આગળ બહાર ઉઘડી શકે એવા વાલ્વની યેાજના કરવામાં આવી હેાય છે. એ આડી નળી સાથે એક વિમેાચક નળી (delivery tube) જોડેલી હેાય છે અને જો પાણીનેા અવિરત પ્રવાહ ચાલુ રાખવેા હેાય તેા નળાકાર અને વિમેાચક નળીની વચ્ચે એક હવાની ટાંકી ગેાઠવેલી હેાય છે.

કાર્ય:—જ્યારે દટ્ટાને ઉંચકવામાં આવે છે ત્યારે નળાકારમાં ભરાએલું પાણી દબાય છે; પરિણામે બાજુની નળીમાં ગેાઠવેલેા વાલ્વ ઉઘડે છે અને પાણી જોરથી હવાની ટાંકીમાં તથા વિમેાચક નળીમાં ભરાય છે. હવાની ટાંકીમાં પાણી ભરાવાથી-ટાંકી

માંની હવા સંકોચાય છે. ફરી પાછો જ્યારે દટ્ટો ઉંચકાય છે ત્યારે નળાકારમાં પાણી ભરાય છે અને બાજુનો વાલ્વ બંધ થાય છે એટલે વિમોચક નળીમાં પાણી આવતું બંધ થાય છે પરંતુ હવાની ટાંકીમાં ભરાએલ પાણી ઉપર સંકોચાએલી હવા દબાણ કરતી હોવાથી હવાની ટાંકીમાંનું પાણી વિમોચક નળીમાં ભરાઈ પ્રવાહરૂપે વહેવું ચાલુ રહે છે.

આગ હોલવવાના બંબામાં આવી જાતના પંપની યોજના કરવામાં આવી હોય છે અને એથીજ એ બંબા વડે પાણીનો સતત પ્રવાહ ચાલુ રહે છે.

(૪) **વાતશોષક પંપ** (air exhaust pump)

હવા ભરેલાં પાત્રમાંથી હવા શોષી લેવા અથવા ખાલી કરવા આ જાતનો પંપ વપરાય છે. મેગ્ડેબર્ગના મેયર **ઓટોફોનગ્જીરીકે** આ પંપ ઈ. સ. ૧૬૫૦માં પહેલવહેલો તૈયાર કર્યો હતો.

રચના:—આમાં પણ જળશોષક પંપની જેમ

એક નળાકાર હોય છે. એ નળાકારમાં દટ્ટો ચુસ્ત રીતે હાથાવડે ઉંચો નીચે થઈ શકે છે. નળાકારને તળીએ તથા દટ્ટામાં ઉપર ઉઘડે એવો એકેક વાલ્વ ગોઠવેલો હોય છે. નળાકારનો સંબંધ એક કાટખૂણે વળેલી નળી વાટે, વાયુપાત્ર (જેમાંથી હવા ખાલી કરવાની હોય છે)ની સાથે સાધવામાં આવ્યો હોય છે.

કાર્ય:—પ્રથમ તો બન્ને વાલ્વ બંધ હોય છે. જ્યારે હાથાવડે દટ્ટાને ઉંચકવામાં આવે છે ત્યારે નળાકારની અંદર રહેલી હવા વિસ્તાર પામે છે. જેને પરિણામે અંદરની હવાનું દબાણ બોઇલના સિદ્ધાન્ત અનુસાર ઘટે છે. એથી તળીઆનો વાલ્વ ખુલી જાય છે અને વાયુપાત્રમાંથી થોડીઘણી હવા નળાકારમાં ભરાય છે. જેવો દટ્ટાને નીચે લાવવામાં આવે છે કે તુરતજ નળાકારમાં ભરાએલી હવા દબાય છે. પરિણામે તળીઆનો વાલ્વ બંધ થાય છે અને દટ્ટાનો વાલ્વ ખુલ્લો થાય છે એથી નળાકારમાં

ભરાએલી ઘણીખરી હવા બહાર વાતાવરણમાં ચાલી જાય છે. આમ દટ્ટાને વારંવાર ઉંચોનીચો કરવાથી વાયુપાત્રમાં લગભગ શૂન્ય પેદા કરી શકાય છે. સંપૂર્ણ શૂન્ય ગમે તેવા સારા પંપ વડે પણ મેળવી શકાતું નથી.

(૫) **વાતપૂરક પંપઃ**–(air compression pump)

સાઈકલની ટયુબમાં, ફુટબોલની કોથળી (Bladder)માં, પ્રાઇમસ ચૂલામાં હવા ભરવા માટે આ જાતનો પંપ વપરાય છે. આ પંપ વાતશોષક પંપને ઘણેખરે અંશે મળતો આવે છે. ફેર માત્ર એટલોજ હોય છે કે વાતશોષક પંપમાં વપરાએલાં બન્ને વાલ્વ ઉપર ઉઘડે છે જ્યારે દટ્ટો ઉંચકાય ત્યારે બહારની હવા નળાકારમાં ભરાય છે અને જ્યારે જ્યારે દટ્ટો નીચે ઉતરે ત્યારે ત્યારે નળાકારમાં ભરાએલી હવા જેમાં હવા ભરવાની હોય તેમાં પુરાય છે.

નોંધઃ–સાયકલ પંપમાં દટ્ટાના વાલ્વ તરીકે પ્યાલા

જેવું ચામડાનું વેાશર જે સાદી ભાષામાં વાૅશર તરીકે ઓળખાય છે તે વપરાયું હેાય છે, અને બીજો વાલ્વ સાયકલ ટ્યુબમાં-તેના મુખ આગળ આવેલેા હેાય છે.

હવાના દબાણ ઉપર કામ કરતાં સાધનેા

(૧) **બકનળી** (Siphon) એટલે વળેલી નળી.

ઉપયેાગઃ—પાણી કે પ્રવાહીથી ભરેલી મેાટી ટાંકી ખાલી કરવા અથવા સાંકડા મ્હેાંવાળા ભારે વાસણને ઉંધું કે વાંકું વાળ્યા વિના તેમાંનું પ્રવાહી બહાર કાઢવા માટે મુખ્યત્વે કરીને બકનળીનેા ઉપયેાગ થાય છે.

રચના અને કાર્યઃ—બક નળીનેા એક છેડેા સામાન્ય રીતે બીજા છેડા કરતાં ટુંકેા હેાય છે. જ્યારે એનેા ઉપયેાગ કરવાનેા હેાય છે ત્યારે પ્રથમ જે પ્રવાહી ખાલી કરવાનું હેાય છે તે પ્રવાહીથી એ નળીને સંપૂર્ણ ભરી દેવામાં આવે છે. પછી

બન્ને છેડા આંગળી વતી બંધ કરી, ટુંકો છેડો જે વાસણમાંથી પ્રવાહી ખાલી કરવાનું હોય છે તેમાં તથા લાંબો છેડો જે વાસણમાં પ્રવાહી ભરવાનું હોય છે તેમાં આસ્તેથી મૂકી બન્ને છેડા એકી સાથે ખુલ્લા કરવામાં આવે છે એટલે જ્યાં સુધી વાસણમાં રહેલી પ્રવાહીની સપાટી ટુંકા છેડાથી નીચી હોય છે ત્યાં સુધી હવાના દબાણથી પ્રવાહી ટુંકા છેડા વાટે અધ્ધર ચઢી, લાંબા છેડા વાટે બહાર નિકળી નીચી સપાટીએ રાખેલ બીજા વાસણમાં ભરાય છે અને જ્યારે બન્ને વાસણોમાં પ્રવાહીની સપાટી એક સરખી થાય છે ત્યારે પ્રવાહીનું વહેતું આપોઆપ બંધ થાય છે.

સિદ્ધાન્તઃ- બન્ને વાસણોમાં ભરેલા પ્રવાહીની સપાટીનો જેટલો તફાવત હોય છે તેટલા તફાવત જેટલા ઉંચા પ્રવાહીના સ્તંભના દબાણ જેટલું દબાણ પ્રવાહીને ઉંચી સપાટીએથી નીચી સપાટી તરફ ધકેલે છે.

બકનળી કામ કરી શકે તે માટે નીચેની શરતો જરૂરી છે.

(૧) જે વાસણુંમાંથી પ્રવાહી ખાલી કરવાનું હોય તે વાસણની અથવા તેમાં ભરેલાં પ્રવાહીની સપાટી કરતાં ઉંચી હોવી જોઇએ.

(૨) બકનળી જે પ્રવાહી ખાલી કરવું હોય તેનાથી સંપૂર્ણ ભરવી જોઇએ.

(૩) વાસણમાં ભરેલાં પ્રવાહીની સપાટીથી ટુંકા છેડાની ઉંચાઇ પ્રવાહીનો જેટલો સ્તંભ વાતાવરણ ધરી શકે તેના કરતાં નીચી હોવી જોઇએ (પાણી ભર્યું હોય તો ૩૪ ફુટ કરતાં નીચે)

(૪) ટુંકો છેડો જ્યાં સુધી પ્રવાહીમાં ડુબેલો હોય ત્યાં સુધીજ પ્રવાહી ખાલી થઇ શકે છે.

નોંધ-બકનળીની ઓછામાં ઓછી લંબાઈ જે વાસણમાં પ્રવાહી સંપૂર્ણ ખાલી કરવું હોય તે વાસણની બમણી ઉંડાઇ કરતાં સહેજ વધારે હોવી જોઇએ.

ટેંટલસ પ્યાલેા (Tantalus cup) :–આ પ્યાલામાં ટેંટલસનું પેાલું પુતળું હેાય છે. પુતળાંના પેાલાણમાં એક બકનળી છુપાએલી હેાય છે. એ નળીનેા વાંક પુતળનાં મ્હેાંથી સહેજ નીચેા રાખેલેા હેાય છે. જ્યારે પ્યાલામાં પાણી ભરવામાં આવે છે ત્યારે જેવું પાણી ઉંચે ચઢતાં ચઢતાં મ્હેાં સુધી આવે છે કે તુરતજ બધું પાણી વાંકવટાવી નીચે ઉતરી જાય છે અને ટેંટલસ પાણીમાં ઉભેા રહ્યો છતાં હંમેશને માટે તરસ્યેા રહે છે. આવીજ યેાજના વાસુદેવ પ્યાલામાં શ્રી કૃષ્ણના પગને પાણી અડકે છે કે તુરતજ પાણી નીચે ઉતરી જાય છે.

હીરેાનેા ફુવારેા (Hero's fountain):–એનેા શેાધક હીરેા નામનેા માણસ હતેા તેથી તે ફુવારેા હીરેાનેા ફુવારેા કહેવાય છે.

રચનાઃ–એ મુખ્યત્વે કરીને બે કાચના ગેાળા, એક રકાબી તથા ત્રણ નળીએાનેા બનેલેા હેાય છે.

ગોળાઓ ઉપર નીચે એમ ગોઠવવામાં આવેલાં હોય નીચેનો ગોળો એક નળીથી ઉપરની રકાબી સાથે જોડાએલો હોય છે. બન્ને ગોળાઓ પણ એક નળી વડે જોડેલા હોય છે અને ઉપરના ગોળામાંથી એક અણીદાર નળી છેક રકાબી સુધી ગએલી હોય છે.

કાર્ય:—પ્રથમ રકાબી દૂર કરી ઉપરના ગોળામાં થોડું પાણી ભરવામાં આવે છે. પછી રકાબીને બરાબર ઉપરના ગોળા ઉપર ગોઠવી, તેમાં પાણી રેડવામાં આવે છે એટલે એ પાણી સીધું નળીવાટે નીચલા ગોળામાં જાય છે. પરિણામે તે ગોળામાં રહેલી હવા સ્થલાંતર થઈ, બીજી નળી વાટે ઉપરના ગોળામાં દાખલ થાય છે અને એમાં જે પાણી ભરવામાં આવ્યું હોય છે તે પાણીની સપાટી ઉપર હવા દબાણ કરે છે, એથી પાણી અણીદાર નળીવાટે ઉંચે ચઢે છે અને ફુવારારૂપે બહાર નિકળે છે.

યંત્રશાસ્ત્ર (mechanics)

બાહ્ય બળને પરિણામે વસ્તુ ગતિમાં આવે કે સ્થિર રહેવા પામે એ વિષયને લગતું શાસ્ત્ર પદાર્થ વિજ્ઞાનમાં યંત્રશાસ્ત્ર તરીકે ઓળખાય છે. યંત્રશાસ્ત્રની એ હિસાબે મુખ્ય બે શાખાઓ છે. (૧) ગતિશાસ્ત્ર (Dynamics) (૨) સ્થિતિશાસ્ત્ર (statics) ગતિશાસ્ત્ર એટલે ગતિમાન વસ્તુઓનું વિજ્ઞાન અને સ્થિતિ શાસ્ત્ર એટલે સ્થિર વસ્તુઓનું વિજ્ઞાન.

ગતિશાસ્ત્ર

ગતિ (motion):—જ્યારે પદાર્થ એક સ્થળેથી ખસે છે એટલે કે સ્થળાંતર થાય છે ત્યારે તે પદાર્થ ગતિમાં આવ્યો કહેવાય છે. એથી ટુંકમાં ગતિ એટલે સ્થાન બદલો અથવા સ્થળાંતર. ગતિના પ્રકાર (૧) રેખિક ગતિ–એટલે સીધી લીટીમાં ગતિ અને (૨) વક્રગતિ એટલે વાંકીચુંકી ગતિ.

ઝડપ (Speed) એટલે એકમ વખતમાં અમુક વસ્તુએ કાપેલું અંતર અર્થાત ગતિનો દર.

વેગ (Velocity) એટલે એકમ વખતમાં અમુક વસ્તુએ કોઈ ચોક્કસ દિશામાં કાપેલું અંતર અર્થાત દિગવિશિષ્ટ ગતિ.

ઝડપ અને વેગની વ્યાખ્યાઓ તપાસતાં માલુમ પડે છે કે બન્ને શબ્દોના અર્થમાં ઝાઝો ફેર નથી. ઝડપમાં દિશા સુચન નથી જ્યારે વેગમાં દિશા સુચન રહેલું છે એટલે કે જ્યારે વસ્તુનો વેગ દર્શાવવો હોય ત્યારે તે વસ્તુ કઈ દિશામાં ગતિ કરે છે તે પણ દર્શાવવું જોઈએ.

વેગ. (Velocity)

- નિયમિત (Uniform or regular)
- અનિયમિત. (Variable or irregular)

જ્યારે કોઈ વસ્તુ સરખા વખતમાં એક સરખું

અંતર કાપે છે ત્યારે તે વસ્તુ નિયમિત વેગથી ગતિ કરે છે એમ કહેવાય છે. એથી વસ્તુનો વેગ વસ્તુથી જે અંતર કપાય તેને તે અંતર કાપતાં જે વખત લાગ્યો હોય તે વડે ભાગવાથી જાણી શકાય છે.

$$\text{સૂત્રઃ- વેગ } (v) = \frac{\text{કપાએલું અંતર } (s)}{\text{લીધેલો વખત } (t)}$$

જ્યારે કોઈ વસ્તુ સરખા સમયમાં બીનસરખું અંતર કાપે છે ત્યારે તે વસ્તુ અનિયમિત વેગથી ગતિ કરે છે એમ કહેવાય છે. અનિયમિત વેગથી ગતિ કરતી વસ્તુ અમુક વખતમાં જેટલું કુલ અંતર કાપે છે એ જાણતા હોઈએ તો તે વસ્તુનો સરેરાશ એટલે કે આદિથી અંત સુધીનો એકધારો વેગ કેટલો રહે તે નીચેના સૂત્રની મદદથી નક્કી થઈ શકે છે.

$$\text{સૂત્રઃ—સરેરાશ વેગ (Average. v.)} = \frac{\text{કપાએલું કુલ અંતર}}{\text{લીધેલો કુલ વખત.}}$$

વેગના એકમો

બ્રીટીશ પદ્ધતિઃ—ફુટ દર સેકન્ડ અથવા માઈલ દર કલાક.

મેટ્રીક પદ્ધતિઃ—સેન્ટીમીટર દર સેકન્ડ અથવા કીલોમીટર દર કલાક.

વેગને મહત્તા (magnitude) તથા દિશા હોય છે અને તે બન્ને બાબતો એક સીધી લીટી વડે દર્શાવી શકાય છે. સીધી લીટીની સ્કેઈલ લંબાઈ વેગની મહત્તા દર્શાવે છે અને લીટીની દિશા વેગની દિશા સૂચવે છે.

વેગનું એકીકરણ
(Composition of velocities)

ઘણી વખત એકજ વસ્તુ એકી સાથે બે અથવા બેથી વધારે વેગ મેળવે છે. દાખલા તરીકે ચાલતી ટ્રેનમાં જ્યારે કોઈ મુસાફર ડબ્બાને એક છેડેથી બીજા છેડા તરફ જાય છે ત્યારે તે મુસાફરને એક ટ્રેનનો અને બીજો પોતાનો એમ બે વેગ મળે છે.

જ્યારે વસ્તુને એકી સાથે બે અથવા વધારે વેગ મળ્યાં હોય ત્યારે તે વસ્તુ કુલ જે વેગથી

ગતિ કરે છે તેને પરિણામ વેગ Resultant Velocity કહે છે અને ભિન્ન ભિન્ન વેગ અવયવી વેગ Component Velocity તરીકે ઓળખાય છે.

બન્ને અવયવી વેગ એકજ દિશામાં લાગેલા હોય ત્યારે તેમનો પરિણામ વેગ તે બન્ને વેગના સરવાળા જેટલો હોય છે.

દા. ત. કલાકના ૩૦ માઇલના વેગથી ઉત્તર દિશા તરફ જતી ટ્રેનમાં કોઈ મુસાફર ડબ્બાના એક છેડેથી બીજે છેડે ટ્રેનની દિશામાં કલાકના ૩ માઇલના વેગથી ચાલે તો તેનો પરિણામ વેગ કલાકના ૩૦+૩=૩૩ માઇલ થાય.

જ્યારે બન્ને અવયવી વેગ ઉલટી દિશામાં લાગેલા હોય ત્યારે તેનો પરિણામ વેગ તે બન્ને વેગની બાદબાકી બરાબર હોય છે અને જે દિશામાં વધારે વેગ લાગેલો હોય તે દિશામાં વસ્તુ ગતિ કરે છે.

દા. ત. ઉપરના ઉદાહરણમાં જો મુસાફર ટ્રેનની

વિરૂધ્ધ દિશામાં કલાકના ૩ માઇલના વેગથી ચાલે તેા તેનેા પરિણામ વેગ કલાકના ૩૦ − ૩ = ૨૭ માઇલ થાય.

જ્યારે બન્ને અવયવી વેગ એક બીજા સાથે ખુણેા બનાવતાં હેાય ત્યારે તેમનેા પરિણામ વેગ—વેગના સમાંતર ચતુષ્કેાણના નિયમ (Law of parallelogram of velocities) દ્વારા નીચે મુજબ જાણી શકાય છે.

" આપેલા બે વેગને બે પાસે પાસેની બાજુએા વડે સંપૂર્ણ દર્શાવી, એ બાજુએા ઉપર સમાંતર ચતુષ્કેાણ રચવામાં આવે તેા તે ચતુષ્કેાણનેા કર્ણ (diagonal) પરિણામ વેગ સંપૂર્ણ રીતે દર્શાવે છે."

દા.-ત. ટ્રેનના ઉદાહરણમાં જો મુસાફર એક બારી-એથી સામેની બીજી બારી તરફ જાય તેા બન્ને અવયવી વેગ વચ્ચે કાટખૂણેા બને છે અને એથી એ બન્ને વેગેાનેા પરિણામ વેગ ઉપર દર્શાવેલ નિયમની મદદ વડે જાણી શકાય છે. સરળતા ખાતર ધારેા કે

ટ્રેન ધીરી પડી કલાકના ૪ માઈલના વેગથી ઉ
દિશામાં જાય છે અને મુસાફર પૂર્વથી પશ્ચિમ ક
કના ૩ માઈલા વેગથી જાય છે તેા તેનેા પરિણ
વેગ નીચેના સૂત્રની મદદથી જાણી શકાય છે.

પરિણામ વેગ^2=(ટ્રેનના વેગનેા)^2+(મુસાફરના વેગને

$$R^2 = P^2 = + Q^2 =$$

$$= ૧૬ + ૯$$

$$= ૨૫$$

$\therefore$ R = ૫ માઈલ ઉત્તર-પશ્ચિમ.

નોંધઃ- બે વેગ વચ્ચે કાટ ખૂણેા સિવાયનેા ખૂ
બનતેા હેાય તેા નીચેનું સૂત્ર વાપરવું.

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \text{ Cos}$$

(R=પરિણામ વેગ, P&Q=અવયવીવેગ, θ=ખૂણે

વેગ વૃદ્ધિ (acceleration) એટલે પ્રત
સેકન્ડે વેગમાં થતેા ફેરફાર.

$$\text{વેગ વૃદ્ધિ} = \frac{\text{વેગમાં થતેા ફેરફાર}}{\text{વખત}}$$

વેગવૃધ્ધિ ધન (Positive) અને ઋણ (negative) એમ બેપ્રકારની હોય શકે. ધન વેગ વૃદ્ધિ એટલે પ્રત્યેક સેકન્ડે થતો વેગમાં વધારો અને ઋણ વેગ વૃધ્ધિ એટલે પ્રત્યેક સેકન્ડે થતો વેગમાં ઘટાડો–જે **પ્રતીવેગ** (Retardation) તરીકે ઓળખાય છે. જો પ્રત્યેક સેકન્ડે વેગમાં નિયમિત એકધારો વધારો ઘટાડો થતો હોય તો તે નિયમિત વેગવૃધ્ધિ કહેવાય છે અને અનિયમિત વધારો ઘટાડો થતો હોય તો તે અનિયમિત વેગ વૃધ્ધિ કહેવાય છે.

વેગ વૃદ્ધિના એકમો

બ્રીટીશ પધ્ધતિઃ–ફુટ દર સેકન્ડ દર સેકન્ડ અથવા ફુટ/સેકન્ડ^2

મેટ્રીક પધ્ધતિઃ– સેન્ટીમીટર દર સેકન્ડ દર સેકન્ડ અથવા સે–મી/સેકન્ડ^2

સ્થિર સ્થિતિમાંથી ઉપડેલી વર્ધમાન વેગથી ગતિ કરતી વસ્તુ કેટલું અંતર કાપશે તથા તેનો અંતિમ વેગ કેટલો હશે તે નીચેના સુત્રોની મદદથી જાણી શકાય છે.

સૂત્ર. ૧. અંતર$=\frac{1}{2}$ × વેગ વૃધ્ધિ × (વખત)^2
(s) (a) (t)

સૂત્ર. ૨. (અંતિમ વેગ)^2 = ૨×વેગ વૃધ્ધિ×અંતર
v^2 ૨ (a) s

મુક્ત પતનઃ–જ્યારે કોઈ વસ્તુને અમુક ઉંચાઈએથી છોડી દેવામાં આવે છે ત્યારે તે વસ્તુ ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે છૂટથી પૃથ્વી ઉપર પડે છે. આને મુક્ત પતન કહે છે. જેમ જેમ તે વસ્તુ નીચે આવતી જાય છે તેમ તેમ ઉત્તરોત્તર તેના વેગમાં પ્રત્યેક સેકન્ડે ૩૨ ફુટ અથવા ૯૮૦ સે. મી. ના દરે ક્રમશઃ વધારો થાય છે. મુક્ત પતન અનુભવતી વસ્તુ અમુક વખતમાં કેટલે નીચે આવશે તથા તેનો અંતિમ વેગ કેટલો હશે તે ઉપર દર્શાવેલાં સૂત્રોમાં વેગવૃદ્ધિની કિંમત ૩૨ ફુટ/સેકન્ડ^2 અથવા ૯૮૦ સે. મી. /સેકન્ડ^2 લઈ શોધી શકાય છે.

વેગમાન (Momentum)–એટલે વસ્તુમાં

રહેલો વેગનો જથ્થો; જે વસ્તુના દળ (mass) તથા વેગના ગુણુકાર બરાબર હોય છે. એથી:-

વેગમાન= દળ × વેગ
(M) (m) (v)

દૃષ્ટાંત:-કલાકના ૪૦ માઈલની ઝડપથી દોડતી આગગાડી જો તેટલી જ ઝડપથી નર્મદા નદીના પૂલ પરથી દોડે તો તેનો વેગમાન પૂલની સલામતીને ભયરૂપ થઈ પડે છે એટલા ખાતર પૂલ ઉપર ગાડીની ઝડપ ઓછી રાખવામાં આવે છે.

ન્યુટનના ગતિના નિયમો
(Newton's laws of motion)

નિયમ પહેલો :-"જ્યાંસુધી કોઈ બાહ્ય બળ પદાર્થની વિદ્યમાન સ્થિતિમાં પલટો ન કરે ત્યાંસુધી પ્રત્યેક જડ પદાર્થ સ્થિર હોય તો સ્થિર અવસ્થામાં અને ગતિમાં હોય તો સીધી લીટીમાં નિયમિત એકધારી ગતિમાં ચાલુ રહે છે."

આ નિયમમાંથી નીચેની બે બાબતો તારવી

શકાય છે. (૧) જડતાનો નિયમ (Law of inertia) " પ્રત્યેક નિર્જીવ વસ્તુ પોતાની વર્તમાન સ્થિતિમાં પોતાની મેતે કશો ફેરફાર કરવા અસમર્થ હોય છે" એટલે કે સ્થિર હોય તો સ્થિરતામાં પડી રહે છે અને ગતિમાં હોય તો ગતિમાન અવસ્થામાં ચાલુ રહે છે.

(૨) **બળની વ્યાખ્યા:**—જે ચીજ પદાર્થની ચાલુ સ્થિતિમાં ફેરફાર કરે અથવા ફેરફાર કરવા પ્રયત્ન કરે એટલે કે સ્થિર હોય તો ગતિમાં લાવે અને ગતિમાં હોય તો ગતિ વધારે અથવા ઘટાડી સ્થિરતામાં લાવે તેને બળ (Force) કહે છે.

જડતાની અસરના ઉદાહરણો:-(૧) વજનદાર વસ્તુને ગતિમાં લાવવું બહુ મુશ્કેલ બને છે. (૨) દોડતી ગાડીમાંથી ખોટી રીતે ઉતરતાં બહુ જ કડવો અનુભવ થાય છે. (૩) દોડતાં ઠેસ વાગે તો આગળ પડી જવા પૂરેપૂરો સંભવ છે. (૪) ગતિમાન સાઈકલને એકાએક બ્રેક લગાવી સ્થિર કરવામાં આવે છે ત્યારે

સાઇકલ પર બેઠેલી વ્યક્ત આગળ ઢળી પડે છે. (૫) દોડતો ઘોડો એકાએક અટકી જાય કે સ્થિર ઘોડો એકાએક દોડવા લાગે તો ઘોડેસ્વાર કેશવાળી તરફ આગળ કે પૂંછડા તરફ પાછળ ઢળી પડે છે. (૬) લાંબો કૂદકો મારતાં પૂર્વે થોડેક દૂરથી દોટ મૂકવી પડે છે.

નિયમ બીજો:—"વેગમાનમાં થતા ફેરફારનો દર પદાર્થ ઉપર લગાડેલા બળને પ્રમાણસર હોય છે અને એ ફેરફાર જે દિશામાં બળ લાગેલું હોય છે તે દિશામાં થાય છે."

∵ વેગમાન = દળ×વેગ

∴ વેગમાનનો ફેરફાર=દળ×વેગનો ફેરફાર

∴ વેગમાનના ફેરફારનો દર=દળ×વેગના ફેરફારનો દર=દળ×વેગવૃદ્ધિ

પરંતુ ગતિના બીજા નિયમ મુજબ

વેગના ફેરફારનો દર∝બળ

∴ બળ=K×દળ×વેગવૃદ્ધિ (K=એક મૂલ્ય સંખ્યા) Constant

હવે જો દળ ૧ ગ્રામ હોય, વેગવૃદ્ધિ ૧ સે. મી./સેકન્ડ^{२} હોય અને બળ ૧ મેટ્રીક એકમ બળ હોય તો K=૧

$$\therefore \text{બળ} = ૧ \times \text{દળ} \times \text{વેગવૃદ્ધિ}$$
$$= \text{દળ} \times \text{વેગવૃદ્ધિ}$$
$$(F) = m \times a$$

બળના એકમો—બ્રીટીશ પધ્ધતિમાં જે બળ એક રતલ (Pound) વજનની વસ્તુમાં પ્રત્યેક સેકન્ડે એક ફુટ જેટલો વેગ વધારે ઘટાડે તે એક **પાઉન્ડલ** બળ કહેવાય છે. મેટ્રીક પધ્ધતિમાં જે બળ એક ગ્રામ વજનની વસ્તુમાં પ્રત્યેક સેકન્ડે એક સેન્ટીમીટર જેટલો વેગ વધારે ઘટાડે તે એક **ડાઈન** (Dyne) બળ કહેવાય છે. ઉપર દર્શાવેલા બળના એકમો કેવળ એકમો (absolute units) તરીકે ઓળખાય છે.

ગતિનો ત્રીજો નિયમઃ—"આઘાત અને પ્રત્યાઘાત સામસામા તથા સરખા હોય છે."

આઘાત એટલે ક્રિયા (action or acting force) અને પ્રત્યાઘાત એટલે પ્રતિક્રિયા (reaction)] એથી ઉપરનો નિયમ નીચે મુજબ પણ ઘટાવી શકાય.

"ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયા સામસામી અને સરખી હોય છે."

ઉદાહરણો:-(૧) મેજ ઉપર જેટલા જોરથી મુક્કી મારીએ તેટલાં જ જોરથી હાથ ઉપર સામું વાગે છે. (૨) જેટલાં બળથી લોહચુંબક લોખંડને આકર્ષે છે તેટલાં જ બળથી લોખંડ લોહચુંબકને આકર્ષે છે. (૩) હોડીમાંથી કિનારે આગળ કુદકો મારીએ તો હોડી પાછળ ઠેલાય છે. (૪) એરણ પર અથડાતો હથોડો હવામાં અદ્ધર ઉછળે છે. (૫) બંદુકમાંથી ગોળી છૂટે છે એટલે બંદુક પાછી હઠે છે.

કાર્ય અને સામર્થ્ય
(Work and Power)

કાંઇપણ કાર્ય કરવામાં બળ વાપરવાની જરૂર

પડે છે. બળ વાપર્યા વિના કાર્ય સંભવતું નથી. વસ્તુ ઉપર બળ લગાડવાથી તે બળની દિશામાં ખસે તોજ કાર્ય થયું ગણાય છે. ગમે તેટલું બળ વાપરીએ અને વસ્તુ ખસે નહિ તો વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ કાર્ય થયું લેખાતું નથી. કાર્યનું માપ બળને-બળની દિશામાં વસ્તુથી કપાએલ અંતર વડે ગુણવાથી જાણી શકાય છે.

કાર્ય = બળ × કપાએલું અંતર
W F S

જ્યારે કોઈ વસ્તુ સપાટ જમીન ઉપર ખસે છે ત્યારે જે કાર્ય થાય તે સાદું કાર્ય કહેવાય છે. પરંતુ જો તેજ વસ્તુ પૃથ્વીની સપાટીએથી અદ્ધર ઉંચકાતી હોય ત્યારે પૃથ્વીના ખેંચાણ વિરૂદ્ધ કાર્ય થયું કહેવાય છે. પૃથ્વીના ખેંચાણ વિરુધ્ધ કાર્ય થતું હોય ત્યારે ઊભી ઉંચાઈ માપી કાર્યનું માપ કઢાય છે.

કાર્ય = બળ × ઉભી ઉંચાઈ
(ગુરૂત્વાકર્ષણ વિરૂદ્ધ)

કાર્યના ગુરૂત્વ એકમો:—

બ્રી–પધ્ધતિ:– ૧ ફુટ–રતલ

મેટ્રીક પધ્ધતિ:–૧ ગ્રામ–સેન્ટીમીટર

સામર્થ્ય અથવા કાર્યત્વરા [Power] એટલે કાર્ય કરવાની ઝડપ અથવા કાર્યનો દર.

$$\text{સામર્થ્ય} = \frac{\text{કાર્ય (W)}}{\text{વખત (t)}} = \frac{\text{બળ} \times \text{અંતર}}{\text{વખત}}$$

P

એકમો:—

બ્રી. પધ્ધતિ:– ૧ ફુટ રતલ દર સેકન્ડ

મે. પધ્ધતિ:– ૧ ગ્રામ–સેન્ટીમીટર દર સેકન્ડ

નોંધ:—એક આદર્શ ઘોડો ૧ મીનીટમાં ૩૩૦૦૦ ફુટ–રતલ કાર્ય અથવા ૧ સેકન્ડમાં ૫૫૦ ફુટ–રતલ કાર્ય કરી શકતો હોવાથી ઈજનેર લોકો સામર્થ્યના એકમ તરીકે અશ્વ–સામર્થ્ય (Horse–Power) વાપરે છે.

અશ્વ–સામર્થ્ય=૫૫૦ ફુટ–રતલ દર સેકન્ડ.

કાર્ય શક્તિ (Energy)

કાર્યશક્તિ એટલે કામ કરવાની શક્તિ.

કાર્યશક્તિના સ્વરૂપો.

(Forms of energy)

વિશ્વમાં કાર્ય શક્તિ અનેક સ્વરૂપે પ્રવર્તે છે જેવી કે સંભાવ્ય શક્તિ, ગમન શક્તિ, ઉષ્ણતા, પ્રકાશ, ધ્વનિ, ચુંબક શક્તિ, વિદ્યુત્ અને રસાયણિક શક્તિ.

સંભાવ્ય શક્તિ (Potential energy):- ઉન્નત અવસ્થાને લીધે વસ્તુ કાર્ય કરવાની જે શક્તિ ધરાવે છે તે સંભાવ્ય અથવા અવસ્થા શક્તિ કહેવાય છે. દા. ત. એક પત્થરને જમીન પરથી ઉંચકી છાપરા પર મૂકવામાં આવે તો તે પત્થરમાં સંભાવ્ય શક્તિ સંચિત થાય છે.

સંભાવ્ય શક્તિ=વસ્તુનું વજન×ઉભી ઉંચાઈ

ગમનશક્તિ (Kinetic energy):-ગતિને લીધે ગતિમાન વસ્તુ કામ કરવાની જે શક્તિ ધરાવે છે તેને ગમન શક્તિ કહે છે. દા. ત. વહેતું પાણી,

ફુંકાતો પવન, દોડતી ગાડી, બંદુકમાંથી છુટેલી ગોળી વગેરેમાં ગમન શક્તિ રહેલી હોય છે. એ શક્તિ વસ્તુનાં વજન તથા વેગ ઉપર આધાર રાખે છે.

ગમન શક્તિ=$\frac{1}{2}$ × વસ્તુનું વજન × વેગ^2

શક્તિનું રૂપાંતર (Transformation of energy) વિવિધ સ્વરૂપે રહેલી શક્તિનું નિરંતર રૂપાંતર થયાં કરે છે. શક્તિનો કદાપિ ક્ષય કે નાશ થતો નથી તેમજ તેને ઉત્પન્ન પણ કરી શકાતી નથી–ટુંકમાં એક જાતની શક્તિ બીજી જાતની શક્તિમાં દૃશ્ય થવા અદૃશ્ય થાય છે. દા–ત. પર્વતની ટોચ ઉપર પડેલો પત્થર કે જેમાં સંભાવ્ય શક્તિ સંચિત થએલી હોય છે તે પત્થર જ્યારે ટોચ પરથી નીચે ગબડે છે ત્યારે તેની સંભાવ્ય શક્તિનું રૂપાંતર ધીરે ધીરે ગમન શક્તિમાં થતું જાય છે અને છેવટે જ્યારે પત્થર જમીન સાથે અથડાય છે ત્યારે ગમન શક્તિનું રૂપાંતર ધ્વનિમાં તથા ગરમીમાં થાય છે.

આ ઉપરથી પદાર્થ વિજ્ઞાનનો એક મહા સિદ્ધાંન્ત રચાયો છે કે "વિશ્વભરમાં અનેક સ્વરૂપે જેટલી શક્તિ રહેલી છે તેનો કુલ સરવાળો હંમેશ એક સરખો (constant) રહે છે." આ સિધ્ધાન્ત ને શક્તિ સંગ્રહ અથવા શક્તિ સંરક્ષણ (conservation of energy) નો સિધ્ધાન્ત કહે છે.

સ્થિતિ શાસ્ત્ર
(Statics)

બળ (Force):–વ્યાખ્યા માટે જુઓ પાનું ૧૦૪
માપ માટે જુઓ પાનું ૧૦૬

બળ સંબંધી પૂરેપૂરી માહીતી મેળવવા માટે નીચેની ત્રણ બાબતો જાણવી જરૂરી છે. (૧) બળની મહત્તા (magnitude) એટલે કેટલું બળ વાપર્યું છે તે, (૨) બળની દિશા:–એટલે કઇ દિશામાં બળ લગાવ્યું છે તે, (૩) બળનું અધિષ્ઠાન બિંદુ (Point of application of a force) એટલે વસ્તુ ઉપર કયે ઠેકાણે બળ લગાવ્યું છે તે.

ઉપરની ત્રણે બાબતો બાણાકાર સીધી લીટી દ્વારા દર્શાવી શકાય છે. (૧) લીટીની સ્કેઈલ લંબાઈ વડે બળની મહત્તા, (૨) લીટીની દિશા અને બાણાકાર ચિન્હ વડે બળની દિશા, અને (૩) લીટીના આરંભ બિંદુ વડે બળનું અધિષ્ઠાન બિંદુ.

બળનું એકીકરણ
(Composition of forces)

જ્યારે કોઈ વસ્તુ ઉપર એકી વખતે એક કરતાં વધુ બળો લાગેલાં હોય છે ત્યારે તે બધાની સામટી અસર જે એકજ બળ વડે ઉપજાવી શકાય છે તેને પરિણામ-બળ (Resultant force) કહે છે, અને જૂદાં જૂદાં બળોને અવયવી અથવા પૂરક બળો (component forces) કહે છે.

જ્યારે એક કરતાં વધારે અવયવી બળો એકજ દિશામાં કે વિરૂધ્ધ દિશામાં લાગેલાં હોય છે ત્યારે તેમનું પરિણામ બળ તે બધાં અવયવી બળોના સરવાળા કે બાદબાકી બરાબર હોય છે; પરંતુ

જ્યારે અવયવી બળો એકબીજાં સાથે ખૂણો બનાવતાં હોય છે ત્યારે તેમનું પરિણામ-બળ નીચે દર્શાવેલા બળના સમાંતર ચતુષ્કોણના નિયમથી શોધી શકાય છે.

બળનો સમાંતર ચતુષ્કોણનો નિયમ
(Law of parallelogram of forces)

જો એક જ બિંદુએ લાગેલાં બે બળો મહત્તા તથા દિશામાં સમાંતર ચતુષ્કોણની પાસે પાસેની બે બાજુઓ વડે દર્શાવી, તે બાજુ ઉપર સમાંતર ચતુષ્કોણ રચવામાં આવે તો તે બે બળોનું પરિણામ બળ અવયવી બળોના અધિષ્ઠાન બિંદુમાંથી દોરેલાં કર્ણ (diagonal) વડે દર્શાવી શકાય છે.

સૂત્ર:- $R^2 = P^2 + Q^2 + 2\ PQ \cos \theta$

સમજુતી માટે જુઓ વેગના સમાંતર ચતુષ્કોણનો નિયમ.

સમતોલન બળ (Equilibrant force):- એટલે વસ્તુને સમતોલ (સ્થિર) રાખવા માટે

વપરાતું બળ. એ બળ પરિણામ બળ જેટલું જ પરંતુ સામી દિશામાં લાગેલું હોય છે.

ઘર્ષણ (Friction)

જ્યારે એક પદાર્થને બીજા પદાર્થની સપાટી ઉપર ખસેડવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે ત્યારે પહેલા પદાર્થની ગતિને અવરોધ કરનાર જે બળનો ઉદ્ભવ થાય છે તેને ઘર્ષણ બળ અથવા ટુંકમાં ઘર્ષણ કહે છે. ઘર્ષણ બળ જે દિશામાં વસ્તુને ખસેડવા બળ વાપર્યું હોય તેથી વિરૂધ્ધ દિશામાં લાગે છે. વસ્તુને ખસેડવા અર્થે વપરાતાં બળમાં ધીરે ધીરે વધારો કરવાથી જે ક્ષણે વસ્તુ ગતિમાં આવવાની શરૂઆત કરે છે તે ક્ષણે વધારેમાં વધારે ઘર્ષણ બળ લાગેલું હોય છે. એ ઘર્ષણને મર્યાદ અથવા સ્થિર ઘર્ષણ (Limiting or static friction) કહે છે. વસ્તુ ગતિમાં આવ્યા બાદ ઘર્ષણ બળની પ્રબળતા ઓછી થાય છે કારણ કે એ વખતે સપાટીનો નિકટ સંબંધ

રહેતો નથી. ગતિમાન વસ્તુને લાગતું ઘર્ષણ ગતિ-ઘર્ષણ (Kinetic friction) કહેવાય છે.

ઘર્ષણના નિયમો (Laws of friction)

(૧) ઘર્ષણ-બળ સંસર્ગમાં રહેલી સપાટીની જાત ઉપર આધાર રાખે છે. સપાટી ખરબચડી તો ઘર્ષણ વધુ અને લીસી તો ઓછું. (૨) ઘર્ષણ લપસતી કે ગબડતી વસ્તુના વજન ઉપર આધાર રાખે છે.

(૩) ઘર્ષણ સંસર્ગમાં રહેલી સપાટીના ક્ષેત્રફળ પર અવલંબતુ નથી.

(૪) સ્થિર ઘર્ષણ ગતિ-ઘર્ષણ કરતાં વધારે હોય છે.

(૫) લપસવાનું ઘર્ષણ ગબડવાનાં ઘર્ષણ કરતાં વધારે હોય છે.

ઘર્ષણના ગેરલાભ: -(૧) ઘર્ષણ બળ સામે વાપરેલી શક્તિ નકામી જતી હોવાથી શક્તિનો દુર્વ્યય થાય છે.

(૨) યંત્રોમાં એક બીજા ભાગો વચ્ચે ઘર્ષણ થવાથી યંત્રોની જીંદગી ટૂંકી થાય છે.

ઘર્ષણ ઓછું કરવા માટે વપરાતી રીતો :

(૧) સપાટી લીસી બનાવવાથી ઘર્ષણ ઓછું લાગે છે.

(૨) યંત્રોમાં તેલ પૂરવાથી અને જ્યાં તેલ ન વાપરી શકાતું હોય ત્યાં ગ્રેફાઈટની ભુકી છાંટવાથી ઘર્ષણ બળ ઘટાડી શકાય છે.

(૩) સાયકલ કે મોટરમાં બોલ-બેરીંગની યોજના કરવાથી ઘર્ષણ ઘટાડી શકાય છે.

ઘર્ષણના લાભ—(૧) જમીન અને પગ વચ્ચે ઘર્ષણ ન હોત તો રસ્તા ઉપર ચાલવું અશક્ય થઈ પડત. એજ કારણથી બરફ ઉપર કે ફરસબંધી ઉપર ચાલવું મુશ્કેલી ભરેલું છે.

(૨) ખીલાઓ તથા સ્ક્રુ અને દિવાલો વચ્ચે ઘર્ષણ ન હોત તો ખીલો કે સ્ક્રુ દિવાલમાં રહી શકત નહિ.

(૩) ચક્કર અને ચામડાના પટ્ટા વચ્ચે ઘર્ષણ ન હોત તો મીલોમાં એન્જીનથી ઉત્પન્ન થએલું બળ જૂદા જૂદા યંત્રોને પહોંચી શકત નહિ.

(૪) દોરી, દોરડાંની ગાંઠો ઘર્ષણ ન હોત તો વાળી શકાત નહિ.

બ્રેક (Brake)

ગતિમાન વસ્તુની ગતિ ધીરી કરવા કે અટકાવવા જે યોજના વપરાય છે તેને 'બ્રેક' કહે છે. પ્રત્યેક વાહન જેવાં કે સાઇકલ, મોટર, વરાળયંત્ર, ટ્રામગાડી વગેરેમાં એક યા બીજા રૂપે બ્રેક વપરાએલી હોય છે. બ્રેક ઘસારાના સિધ્ધાન્ત ઉપર રચાએલી હોય છે. જ્યારે બ્રેકની સપાટી અને વાહનના પૈડાંનો સંબંધ સાધવામાં આવે છે ત્યારે એ બે સપાટી વચ્ચેનું ઘર્ષણ ખૂબ જ વધી જાય છે. પરિણામે પૈડું ગબડાવાને બદલે ઘસડાય છે અને ગતિ ધીરી પડી છેવટે બંધ થાય છે.

ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ
(Centre of gravity.)

પ્રત્યેક પદાર્થ અણુઓનો બનેલો છે. એ બધાં અણુઓને પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુ ભણી આકર્ષે છે.

પૃથ્વીનું મધ્ય બિંદુ પૃથ્વીની સપાટીથી આશરે ૪૦૦૦ માઇલ જેટલું દૂર હોવાથી, પ્રત્યેક અણુ ઉપર થતું પૃથ્વીનું ખેંચાણ બળ લગભગ સમાંતર લીટીઓમાં થાય છે. આ જૂદાં જૂદાં અનેક સમાંતર બળોની સામટી અસર દર્શાવનાર પરિણામ બળ પદાર્થની અંદરના અથવા બહારના જે બિંદુમાંથી પસાર થાય છે તેને તે પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કહે છે. એ બિન્દુએ પદાર્થનું સમસ્ત વજન એકત્ર થએલું માનવામાં આવે છે.

નિયમિત :આકૃતિ જેવી કે ત્રિકોણ, વર્તુલ, ચોરસ, લંબચોરસ, સમાંતર ચતુષ્કોણ ઇત્યાદિનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ભૂમિતિની મદદથી શોધી શકાય છે. દા. ત. વર્તુલ આકૃતિનું ગુ. મ. બિંદુ વર્તુલના કેન્દ્ર ઉપર, અને ચોરસ, લંબ ચોરસ કે સમાંતર ચતુષ્કોણ આકૃતિઓનું ગુ. મ. બિંદુ તે આકૃતિઓની કર્ણરેખા (diagonals)ના છેદનબિંદુ ઉપર આવેલું હોય છે.

અનિયમિત આકૃતિનું ગુ. મ. બિંદુ નક્કી કરવું હોય તો તે આકૃતિની કિનારી ઉપર બે ત્રણ કાણુ પાડી, દરેક કાણુંમાંથી વારાફરતી આકૃતિને લટકાવી ઓળંબાની દોરી જે દિશામાં રહે તે દિશામાં સીધી લીટીઓ દોરી, જે બિંદુએ એ લીટીઓ કપાય છે તે બિંદુ અનિયમિત આકૃતિનું ગુ. મ. બિંદુ હોય છે. એ બિંદુ ઉપર આકૃતિને ટેકવવામાં આવે છે તો તે સમતોલ રહે છે.

સમતોલ (Equilibrium)–પદાર્થ ઉપર કામ કરતાં બળો એક બીજાંને સમતોલી, પદાર્થને સ્થિર રાખે તો તે પદાર્થ સમતોલ રહ્યો છે એમ કહેવાય છે.

સમતોલનના પ્રકાર

સ્થિર	અસ્થિર	તટસ્થ
Stable	Unstable	Neutral

પદાર્થને સહેજ ધક્કો લાગ્યા બાદ (૧) જો પદાર્થ

પોતાની અસલ સ્થિતિમાં પાછો ફરે તો તે પદાર્થ સ્થિર સમતોલનમાં રહેલો કહેવાય છે. (૨) જો તે પદાર્થ પોતાની મૂળ સ્થિતિથી દૂરને દૂર ચાલ્યો જાય કે ઉથલી પડે તો તે અસ્થિર સમતોલનમાં રહેલો કહેવાય છે. અને (૩) જો તે ગમે તે સ્થિતિમાં સ્થિર રહે તો તે તટસ્થ સમતોલનમાં રહેલો કહેવાય છે.

કારણઃ-સ્થિર સમતોલનમાં રહેલ પદાર્થનું ગુ. મ. બિંદુ પદાર્થના આધાર બિંદુથી નીચું હોય છે પરિણામે જ્યારે પદાર્થને ધક્કો લાગે છે ત્યારે તેનું ગુ. મ. બિંદુ ઉંચું જાય છે અને પૃથ્વીના ખેંચાણને લીધે ગુ. મ. બિંદુ બને તેટલું નીચું રહેવા માંગે છે એટલે પદાર્થ મૂળ સ્થિતમાં પાછો ફરે છે.

સ્થિર સમતોલનના ઉદાહરણોઃ-મેજ ઉપર આડી પડેલી ચોપડી, મ્હોં ઉપર ઉભી રાખેલી ગરણી, પાયા ઉપર ટેકવેલો શંકુ વગેરે.

અસ્થિર સમતોલનમાં રહેલ પદાર્થનું ગુ. મ.

બિંદુ, પદાર્થના આધાર બિંદુથી ઉંચું હોય છે પરિણામે જ્યારે પદાર્થને ધક્કો લાગે છે ત્યારે તેનું ગુ. મ. બિંદુ નીચું જાય છે અને પદાર્થ મૂળસ્થિતિથી દૂરનો દૂર ચાલ્યો જાય છે.

અસ્થિર સમતોલનના ઉદાહરણો:—મેજ ઉપર ઉભી પડેલી ચોપડી, આંગળાને ટેરવે ટેકવેલી સોટી, નળીની ટોચ ઉપર ઉભી રાખેલી ગરણી, અણી ઉપર ટેકવેલો શંકુ વગેરે.

તટસ્થ સમતોલનમાં રહેલા પદાર્થનું. ગુ.મ બિંદુ પદાર્થને ધક્કો લાગ્યા બાદ ઉંચું કે નીચું જતું નથી એટલે તે પદાર્થ ગમે તે સ્થિતિમાં સ્થિર રહી શકે છે. ઉદાહરણો :—આડી પડેલી ગરણી, જમીન ઉપર ગબડતો દડો કે નળાકાર વગેરે.

સ્થિરતા માટેની શરતો (conditions of stability) (૧) પદાર્થનું ગુ મ. બિંદુ બને તેટલું નીચું રાખવું. (૨) ગુ. મ. બિંદુમાંથી પસાર થતી

ઉભી લીટી (ગુરૂત્વ :મધ્ય રેખા) પદાર્થના પાયા (Base)ની અંદર પડે એમ કરવું.

નોંધઃ—જે ક્ષણે ગુ. મધ્યરેખા પાયાની બહાર પડશે તેજ ક્ષણે વસ્તુ ઉથલી પડવા સંભવ છે.

(૧) ઝુલતુ રમકડું (Rocking toy):—હલકાં રમકડાંને તળીએ સીસાની વજનદાર લગડી લગાવવાથી રમકડાનું ગુ. મ. બિંદુ બને તેટલુ નીચું રાખલું હોય છે. જેથી જ્યારે તે રમકડાંને એક બાજુ નમાવવામાં આવે છે ત્યારે તેનું ગુ. મ. બિંદુ નીચે જતું હોવાથી તે રમકડું આમથી તેમ ઝુલી પોતાની મૂળ ઉભી સ્થિતિમાં આવી ગોઠવાઈ જાય છે.

(૨) બ્રહ્મદેશમાં આવેલા ઝુલતા બુધ્ધ મંદિર (Pagoda) માં પણ ગુ. મ. બિંદુ બહુજ નીચું રાખવાના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ થએલો છે.

(૩) આગબોટમાં તળીએ ભાર ભરવામાં આવે છે તથા હાઇડ્રોમીટર પણ તળીએથી વજનદાર રાખ-

વામાં આવે છે એનો હેતુ પણ ગુ. મ. બિંદુ બને તેટલું નીચું રાખી તેમની સ્થિરતા વધારવા પૂરતો છે.

(૪) એક હાથમાં પાણીથી ભરેલી ડોલ કે વજનદાર વસ્તુ ઉંચકી જનાર મનુષ્ય સામેની બાજુએ નમે છે તથા ખભે બોજ ઊચકી ચાલતો મજુર આગળની બાજુએ નમી ચાલે છે કારણ કે જો તેમ ન કરે તો ગુ. મ. રેખા પાયામાંથી પસાર ન થાય અને બોજ ઊંચકી જનાર મનુષ્ય ઉથલી પડે.

(૫) ઘાસ કે રૂના ધોકણાથી લદાએલ ગાડું માથા ભારે (Top heavy) હોવાથી તેનું ગુ. મ. બિંદુ ખૂબજ ઉંચે આવેલું હોય છે પરિણામે જ્યારે ગાડું ઢાળવાળા કે ખાડાટેકરાવાળા રસ્તેથી પસાર થાય છે ત્યારે તેની ગુ. મ. રેખા બહાર પડે છે અને ગાડું ઉથલી પડે છે.

(૬) દોરડાં ઉપર ચાલનાર નટ લોકોનું ગુ. મ. બિંદુ બરાબર દોરડા ઉપર રહે અને ગુ. મ. રેખા દોરડામાંથી પસાર થાય એટલા માટે પોતાના હાથમાં

એક લાંબો વાંસ રાખે છે જેથી જે ક્ષણે તેમને એક બાજુ તરફ પડી જવા જેવું લાગે છે કે તુરતજ તેઓ વાંસને સામી બાજુ નમાવી પોતાની સ્થિરતા જાળવી રાખે છે.

(૭) ઇટલીમાં આવેલ પીસાના ઢળતા મિનારાની ગુ. મ. રેખા પાયામાંથી પસાર થતી હોવાથી તે મિનાર આજદિન સુધી ઢળતો રહી શકયો છે.

સાદા યંત્રો (Simple machines)

જે યોજના વડે એક જગ્યાએ કે અમુક દિશામાં લગાડેલું બળ કોઈ બીજી જગ્યાએ કે જુદી દિશામાં એટલું જ કે એથી વધતા ઓછા પ્રમાણમાં મેળવી શકાય તે યોજનાને સાદું યંત્ર કહે છે.

યંત્ર દ્વારા કામ મેળવવા સારૂ જે બળ કે શક્તિ વાપરવી પડે છે તેને પ્રયત્ન (Effort) અથવા શક્તિ (Power) કહે છે અને જે બળ કે બોજ સામો પ્રયત્ન કરવો પડે છે તેને પ્રતિકાર

(Resistance) અથવા બોજ (Load) અથવા વજન (weight) કહે છે.

વજન અર્થાત્ બોજ અને પ્રયત્ન અર્થાત્ શક્તિ વચ્ચેના પ્રમાણને યાંત્રિક લાભ (mechanical advantage) કહે છે.

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{\text{બોજ}}{\text{પ્રયત્ન}} \text{ અથવા } \frac{\text{વજન}}{\text{શક્તિ.}} = \frac{W}{P}$$

નોંધઃ—જો વજન અને શક્તિનું પ્રમાણ ૧ કરતાં વધારે હોય છે તો યાંત્રિક લાભ થાય છે, ૧ કરતાં ઓછું હોય છે તો યાંત્રિક ગેરલાભ થાય છે અને ૧ જેટલું હોય છે તો લાભ પણ થતો નથી અને ગેરલાભ પણ થતો નથી.

સાહાયંત્રોઃ—(૧) ઉચ્ચાલન, (Lever) (૨) ગરગડી (Pulley), (૩) ઢાળ (Inclined plane) (૪) પેચ (Screw) વગેરે.

ઉચ્ચાલનઃ—આધાર બિંદુ કે ટેકો (Fulcr-

ram) આસપાસ છૂટથી ફરી શકતા મજબુત દંડ ને ઉચ્ચાલન કહે છે.

જે વસ્તુ ઉંચકવાની હોય છે કે જેની સામું કામ કરવાનું હોય છે તેને બોજ અથવા વજન કહે છે.

વસ્તુ ઉંચકવા અર્થે જે શક્તિ વાપરવી પડે છે કે પ્રયત્ન કરવો પડે છે તેને શક્તિ અથવા પ્રયત્ન કહે છે.

આધાર બિંદુથી બોજ સુધીના લંબ (Perpendicular) અંતરને બોજની દાંડી (Weight arm) અને શક્તિ સુધીના લંબ અંતરને શક્તિની દાંડી (Power arm) કહે છે.

પરિબળ (Moment of a force):—એટલે બળની ભ્રમણ (ફેરવવાની) અસર. બળ તથા બળનું આધાર બિંદુથી લંબ અંતર, એ બેના ગુણાકારથી પરિબળનું માપ નીકળે છે.

પરિબળ = બળ × આ. બિં.થી બળનું લંબ

અંતર. ઉચ્ચાલન નીચે દર્શાવેલા પરિબળના નિયમ મુજબ કામ કરે છે.

પરિબળનો નિયમ (Low of moments):– જ્યારે ઉચ્ચાલન સમતોલ રહે છે ત્યારે આધાર બિંદુની આસપાસ જેટલું વજનનું પરિબળ એક દિશામાં હોય છે તેટલું જ શક્તિનું પરિબળ એથી ઉલટી દિશામાં હોય છે.

વજનનું પરિબળ = શક્તિનું પરિબળ.

અથવા

વજન×આ. બિં.થી વજનનું લંબ અંતર=શક્તિ×
(w) (a) (P)
આ. બિં.થી શક્તિનું લંબ અંતર. (b)

ઉચ્ચાલનની ત્રણ જાતો.

પહેલી જાતનાં ઉચ્ચાલનમાં આધાર બિંદુ વચ્ચે, વજન એક છેડે અને શકિત કે બળ બીજે છેડે વપરાય છે. આધાર બિંદુ બરાબર મધ્યમાં, વજનની વધારે નજીક કે શકિત કે બળની વધારે નજીક

એમ ત્રણ રીતિએ આવી શકતું હોવાથી પહેલી જાતના ઉચ્ચાલનની ત્રણ પેટા જાતિઓ પાડવામાં આવી હોય છે.

બીજી જાતનાં ઉચ્ચાલનમાં આ. બિંદુ એક છેડે, બળ બીજે છેડે અને એ બેની વચ્ચે ગમે ત્યાં વજન આવેલું હોય છે. ત્રીજી જાતનાં ઉચ્ચાલનમાં આ. બિંદુ એક છેડે, વજન બીજે છેડે અને બળ એ બેની વચમાં ગમે ત્યાં વપરાયું હોય છે.

જ્યારે ઉચ્ચાલન સમતોલ રહે છે ત્યારે પરિબળના નિયમાનુસાર $w \times a = p \times b$ થવું જોઈએ એથી જુદી જુદી જાતનાં ઉચ્ચાલનમાં યાંત્રિક લાભ કે ગેરલાભ થશે તે નીચેની વિચારણાથી સ્પષ્ટ સમજી શકાશે.

પહેલી જાતના ઉચ્ચાલનમાં જ્યારે આ. બિંદુ બરાબર દંડની મધ્યમાં હોય ત્યારે $a = b$

પરંતુ $w \times a = p \times b$

$\therefore W = P \qquad \therefore \frac{W}{P} = 1$

∴ યાંત્રિક લાભ નહિ કે ગેરલાભ પણ નહિ.

ઉદાહરણો:—વૈજ્ઞાનિક ત્રાજવું કે સોનીનો કાંટો.

પહેલી જાતના ઉચ્ચાલનમાં જ્યારે આ. બિંદુ વજનની નજીક પરંતુ બળથી દૂર હોય છે ત્યારે b 7 a

પરંતુ $w \times a = p \times b$

$\therefore$ w 7 p $\therefore \frac{w}{p}$ 7 1 ∴ યાંત્રિક લાભ

ઉદાહરણો:—સાણસી, કાતર, ખીલો કાઢવા માટેનું ઓજાર, સ્ટેશન ઉપર સામાન જોખવાનો કાંટો વગેરે

પહેલી જાતના ઉચ્ચાલનમાં જ્યારે આ. બિંદુ બળની નજીક પરંતુ વજનથી દૂર હોય છે ત્યારે $a \angle b$

પરંતુ $w \times a = p \times b$

$\therefore w \angle p \therefore \frac{w}{p} \angle 1$ ∴ યાંત્રિક ગેરલાભ

ઉદાહરણ:—કાછીઆનું ત્રાજવું.

બીજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં બળ એક છેડે હોવાથી $b > a$

$\therefore w > p \therefore w/p > 1$ ∴ હંમેશાં યાંત્રિક લાભ.

ઉદાહરણો:—સુડી, એક પૈડાંવાળી ધક્કા ગાડી, પગ વગેરે.

ત્રીજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં વજન એક છેડે હોવાથી $a > b$.

$\therefore w < p \therefore w/p < 1$ ∴ હંમેશાં યાંત્રિક ગેરલાભ.

ઉદાહરણો:-ચીપીઓ, સાવરણી, મનુષ્યનો આગલો હાથ વગેરે.

કાર્યનો સિદ્ધાંત (Principle of work)

દરેક યંત્રમાં જેટલું કાર્ય યંત્ર ઉપર કરવામાં આવે છે તેટલું જ કાર્ય યંત્ર દ્વારા મેળવી શકાય છે.

યંત્ર ઉપર કરેલું કાર્ય = યંત્ર દ્વારા મેળવેલું કાર્ય.

શક્તિ×શક્તથી કપાએલું અંતર = વજન × વજનથી

p × x   કપાએલું અંતર
w × y

હવે જ્યારે અમુક વજન ઉંચકવા વજન કરતાં ઓછી શક્તિ વપરાય એટલે કે p∠w તો x 7 y ટૂંકમાં બળમાં જેટલો ફાયદો થશે તેટલો જ અંતરમાં ગેર ફાયદો થશે (What is gained in power is lost in distance or speed).

ગરગડી (Pulley)

ચોકઠામાં જડેલી ધરી ઉપર ગોળ ગોળ ફરતાં લાકડા કે ધાતુનાં ચક્રને ગરગડી કહે છે. તેની કિનારીએ દોરીને પસાર થવા માટે એક સળંગ ખાંચ (groove) હોય છે.

ઉંચી નીચી ન થઇ શકે એવી રીતે ગોઠવેલી ગરગડી જડેલી કે સ્થાયી ગરગડી (Fixed pulley) કહેવાય છે અને જે ગરગડી ઉંચી નીચી થઇ શકે તેને છૂટી કે જંગમ ગરગડી (moveable pulley) કહે છે.

એક સ્થાયી ગરગડી વાપરી કોઈપણ વજન ઉંચકવામાં આવે તો જેટલું વજન ઉંચકવાનું હોય છે તેટલીજ શકિત વાપરવી પડે છે એટલે આ જાતની યોજનાથી કશો યાંત્રિક લાભ કે ગેરલાભ થતો નથી કેવળ બળની દિશા બદલી શકાય છે.

એક છૂટી ગરગડી વાપરી કોઈપણ વજન ઉંચકવામાં એક સ્થાયી ગરગડીની પણ જરૂર રહે છે. પ્રથમ ઘોડીની પકડ ઉપર દોરીનો એક છેડો સજ્જડ બાંધી, દોરીને છૂટી ગરગડી ફરતે થઈ, સ્થાયી ગરગડી ઉપરથી લઈ જવામાં આવે છે અને દોરીને બીજે છેડે બળ લગાડવામાં આવે છે. જે બોજ ઉંચકવાનો હોય છે તેને છૂટી ગરગડી સાથે બાંધવામાં આવે છે. આ યોજના વડે માત્ર અરધા બળથી બોજ ઉંચકી શકાય છે એટલેકે યાંત્રિકલાભ=બોજ/શકિત=૨. પરંતુ કાર્યના સિદ્ધાંત અનુસાર શકિત રૂપે વપરાતું બળ જેટલું નીચું ઉતરે છે તેના કરતાં બોજ માત્ર અરધે ઉંચે ચઢે છે એથી અંતરમાં અવશ્ય ગેર લાભ થાય છે

જો ચોકડામાં એકને બદલે બે કે ત્રણ ગરગડીઓ પાસે પાસે ગોઠવી હોય તો એકી સાથે બે કે ત્રણ છૂટી ગરગડીઓ વાપરી શકાય. જેમ જેમ છૂટી ગરગડીની સંખ્યા વધતી જાય છે તેમ તેમ યાંત્રિક લાભમાં ઉત્તરોત્તર વધારો થાય છે દા. ત. બે છૂટી ગરગડીમાં લાભ ૪ ગણો થાય છે, ત્રણ છૂટી ગરગડીમાં લાભ ૬ ગણો થાય છે એનું કારણ એ છે કે બોજ દોરીના ટુકડા વચ્ચે સમ ભાગે વહેંચાઈ જાય છે.

ઢાળ (Inclined plane) એટલે આડી સપાટી સાથે ખુણો બનાવતી અર્થાત્ ઢળતી સપાટી. જ્યારે કોઈ વજનદાર વસ્તુને ગાડા ઉપર કે મોટરલારી ઉપર ચઢાવવાની હોય ત્યારે તે વસ્તુને સીધી ઉંચકીને મૂકવાં કરતાં જમીન અને ગાડા કે લારી વચ્ચે એક ઢળતું પાટીયું મૂકી તેના પર ધીરે ધીરે ચઢાવવામાં આવે તો બહુ જ ઓછો શ્રમ પડે છે. પર્વત ઉપર ચઢતાં સીધી કેડી કરતાં ઢોળાવવાળાં રસ્તા ઉપર ચાલવાથી

ઓછો થાક લાગે છે. ઉભી નીસરણી કરતાં ઢળતી નીસરણી ઉપર ચઢવું અત્યંત સરલ થઈ પડે છે. ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ઢાળ પણ એક જાતનું સાદું યંત્ર છે. એમાં ઢાળ ઉપર લઈ જવામાં આવતો બોજ એ વજન (W), બોજને ઉંચકવામાં વપરાતી શક્તિ તે પ્રયત્ન અથવા બળ (P) છે.

ઢાળની યોજનાથી કેટલો યાંત્રિક લાભ થશે તે કાર્યના સિદ્ધાંત દ્વારા સહેલાઈથી મેળવી શકાશે.

(૧) જ્યારે બળ (P) **ઢાળની લંબાઈ ને સમાંતર** લગાવવામાં આવે છે-ત્યારે બોજ ઢાળની ઉંચાઇ જેટલો ઉંચકાય છે અને બળ, ઢાળની લંબાઈ જેટલું અંતર ખસે છે. એથી કાર્યના સિદ્ધાંત મુજબ

વજન × ઢાળની ઉંચાઈ = બળ × ઢાળની લંબાઈ

$$w \times h = p \times l.$$

$$\therefore \frac{w}{p} = \frac{l}{h} \quad \therefore \text{યાંત્રિય લાભ} = \frac{\text{ઢાળની લંબાઈ}}{\text{ઢાળની ઉંચાઇ}}$$

એટલે ઢાળની લંબાઇ અને ઉંચાઈ વચ્ચેનું પ્રમાણ જેમ વધારવામાં આવે છે તેમ યાંત્રિક લાભ વધે છે અર્થાત ઢાળનો ખુણો જેમ ઓછો રાખવામાં આવે છે તેમ યાંત્રિક લાભ વધે છે.

(૨) જ્યારે બળ **ઢાળના પાયાને સમાંતર** લગાવવામાં આવે છે ત્યારે બળ ઢાળના પાયાની લંબાઈ જેટલું અંતર ખસે છે એથી કાર્યના સિદ્ધાંત મુજબઃ-વજન×ઢાળની ઉંચાઈ=બળ×પાયાની લંબાઈ

$$w \times h = p \times b$$

$$\therefore \frac{w}{p} = \frac{b}{h} \therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{\text{ઢાળનો પાયો}}{\text{ઢાળની ઉંચાઈ}}$$

નોંધઃ-આ યોજના વડે પ્રથમની યોજના કરતાં ઓછો યાંત્રિક લાભ થાય છે.

પેચ (Screw):- એ એક ધાતુના નળાકાર જેવો હોય છે. એ નળાકારની સપાટી ઉપર એક ગોળાકાર લીટીમાં ખાંચ પાડવામાં આવેલો હોય છે જેથી સ્ક્રુની સપાટી ઉપર ગોળાકાર આંટાઓ માલમ

પડે છે. સ્ક્રુને મથાળે બરાબર મધ્યમાં એક કાપો હોય છે. સ્ક્રુમાં વાસ્તવિક રીતે ઢાળ અને ઉચ્ચાલન એ બન્ને સાદાં યંત્રોનો સંયુક્ત ઉપયોગ થએલો હોય છે. સ્ક્રુને ફરતા ગોળ આંટાની લંબાઈ તે ઢાળની લંબાઈ છે, આંટાની ઉંચાઈ તે ઢાળની ઉંચાઈ અને સ્ક્રુનું મથાળું ઉચ્ચાલન બને છે.

સ્ક્રુના બે આંટાની વચ્ચેના અંતરને સ્ક્રુનો ગાળો (Pitch) કહે છે.

જ્યારે સ્ક્રુનો એક આંટો ફેરવવામાં આવે છે ત્યારે સ્ક્રુ ગાળા જેટલું અંતર ખસે છે. જેમ સ્ક્રુના આંટા વધારે નજીક હોય છે અથવા જેમ સ્ક્રુનું મથાળું મોટું હોય છે તેમ તેને ફેરવવો સહેલો થઈ પડે છે એ સુવિદિત તેથી સ્ક્રુમાં થતો યાંત્રિક લાભ=

$$\frac{\text{સ્ક્રુનો પરિઘ}}{\text{ગાળો}}$$

જેક સ્ક્રુ (Jack Screw) :—એમાં બોજ સ્ક્રુને મથાળે રાખી, લાંબા હાથા વડે જેકને

ગોળ ગોળ ફેરવવાથી, ભારે વજન ઘણીજ સહે-લાઈથી ઉંચે ચઢાવી શકાય છે. આવી જાતના સ્ક્રુ ખાસ કરીને જ્યારે મોટર, એન્જીન વગેરેનું સમારકામ કરવાનું હોય છે ત્યારે મોટર કે એન્જીનની નીચે મુકવામાં આવે છે. જેકમાં આંટાઓ ખૂબજ નજદિક આવેલાં હોય છે એથી ઘણો જ યાંત્રિક લાભ થાય છે.

ઉષ્ણતા અથવા ગરમી (Heat)

ગરમી એ એક પ્રકારની શક્તિ છે; જે સ્પર્શની ઇંન્દ્રિય ઉપર અમુક ચોક્કસ પ્રકારની લાગણી ઉત્પન્ન કરે છે જેથી આપણને અમુક વસ્તુ ગરમ છે કે ઠંડી તેનો બોધ થાય છે.

ગરમીની મુખ્ય અસરો (Effects of heat):-

(૧) **પ્રસરણ** અથવા કદ વૃદ્ધિ (Expansion)

ગરમી આપવાથી પદાર્થના કદમાં વધારો થાય છે એથી ઉલટું ગરમી લઈ લેવાથી પદાર્થ સંકોચ પામે છે.

(૨) **ઉષ્ણુતામાનમાં વધારો** (Rise in temperature) ગરમી આપવાથી પદાર્થ માત્રની ગરમ અવસ્થા કે ઉષ્ણુતામાનમાં વધારો થાય છે.

(૩) **અવસ્થામાં પરિવર્તન** (Change in state):—ગરમી આપવાથી ઘન વસ્તુઓ પિગળી પ્રવાહી બને છે અને પ્રવાહી વસ્તુઓ ઉકળી વાયુરૂપ બને છે.

(૪) **ભૌતિક ગુણોમાં ફેરફાર** (Change in physical properties):—ગરમી આપવાથી પદાર્થના ભૌતિક ગુણો જેવા કે ઘનતા, સ્થિતિ-સ્થાપકતા, તાન્તવતા, મૃદુતા, દ્રાવકતા, કઠિનતા, ચુંબકપણુ ઇત્યાદિ અનેક ગુણોમાં ફેરફાર થાય છે.

(૫) **રસાયણિક વિકાર** (Chemical change):— અમુક પદાર્થોને ગરમ કરવાથી, નવિન ગુણો-વાળાં નવિન દ્રવ્યો બને છે. દા–ત. હાઇડ્રોજન અને પ્રણવાયુને ૨ : ૧ ના પ્રમાણમાં ભેળવી સહેજ ગરમ કરવાથી, તે બન્ને વાયુઓ પ્રચંડ ધડાકા સાથે સંયુક્ત થઈ પાણી બનાવે છે.

ઉષ્ણતામાન અને ગરમી

ઉષ્ણતામાન એ પદાર્થની ઉષ્ણતા સંબંધી સ્થિતિ દર્શાવે છે. એટલે કે પદાર્થ કેટલો ગરમ છે તેનો ખ્યાલ આપે છે.

ઉષ્ણમતાની વ્યાખ્યા:—જ્યારે કોઈ પણ બે પદાર્થને એક બીજાના સંબંધમાં લાવવામાં આવે છે ત્યારે એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં ગરમીનો પ્રવાહ કઈ તરફ વહેશે તે નક્કી કરનાર પદાર્થની ઉષ્મા સંબંધીની અવસ્થાને ઉષ્ણતામાન કહે છે.

જે પદાર્થમાંથી ગરમીનો પ્રવાહ વહે છે તે પદાર્થનું ઉષ્ણતામાન જે પદાર્થ ગરમી મેળવે છે તેના કરતાં વધારે હોય છે અને એ ગરમીનો પ્રવાહ જ્યાંસુધી સંબંધમાં રહેલ બન્ને પદાર્થનું ઉષ્ણતામાન એક સરખું થતું નથી ત્યાં સુધી જ વહેવો ચાલુ રહે છે. જેવી રીતે પાણીની સપાટીમાં ફેર હોય તો પાણી ઉચી સપાટીએથી નીચી સપાટીએ વહે છે; તેવી રીતે ઉષ્ણતામાનમાં ફેર હોય તો જ એક

દાર્થમાંથી ગરમી બીજા પદાર્થ તરફ વહે છે. એટલે રમીને પાણી સાથે અને ઉષ્ણતામાનને પાણીની પાટી સાથે સરખાવી શકાય. ટુંકમાં ઉષ્ણતામાન એ રમીની સપાટી (heat-level) છે.

ઉષ્ણતામાન (temperature) અને ઉષ્ણતા (heat)ની સરખામણી

ઉષ્ણતા	ઉષ્ણતામાન
. ઉષ્ણતા એ પદાર્થમાં રહેલી એક પ્રકારની શક્તિ છે.	૧. ઉષ્ણતામાન એ પદાર્થની ઉષ્ણતા સંબંધીની સ્થિતિ છે.
.. પદાર્થમાં રહેલી ગરમી પદાર્થના વજન તથા ઉષ્ણતા ધારણ શક્તિ (capacity for heat) ઉપર અવલંબે છે.	૨. ઉષ્ણતામાન પદાર્થના વજન કે ઉષ્ણતા ધારણ શક્તિ ઉપર અવલંબતુ નથી.
. અમુક પદાર્થમાં કુલ	૩. ઉષ્ણતામાન ઉષ્ણતા

કેટલી ગરમી રહેલી છે તે પદાર્થના વજન, ઉષ્ણતામાન અને ઉષ્ણતા ધારણ શક્તિના ગુણાકરથી જાણી શકાય છે.	માપક યંત્ર (Thermometer) વડે જાણી શકાય છે.

ઉષ્ણતામાપક (Thermometer):— એટલે ઉષ્ણતામાન માપવાનું સાધન.

સિદ્ધાંત:–'ગરમીથી પદાર્થ વિકાસ પામે છે અને ઠંડીથી સંકોચાય છે' એ સિદ્ધાંત ઉપર ઉષ્ણતા-માપકની રચના થએલી છે.

રોજના વપરાશમાં આવતાં સામાન્ય ઉષ્ણતા-માપકમાં પારો અથવા અન્ય પ્રવાહી વપરાએલો હોય છે.

બનાવટ:—પ્રથમ એક બારીક છેદવાળી જાડી દિવાલની કાચની નળી લઈ તેનો એક છેડો ખુબ ગરમ કરી, બીજે છેડેથી ફૂંક મારી, ફુલાવવામાં

આવે છે અને ઉપલે છેડે ગરણી જેવું બનાવવામાં આવે છે. ગરણીમાં થોડોક પારો રેડી, નળીને નીચે ફૂલીને જે દડી (bulb) જેવું થયું હોય છે તેને તપાવવામાં આવે છે. જેથી નળી માંહેની હવા ગરમ થઈ વિસ્તાર પામે છે. પરિણામે કેટલીક હવા બહાર નીકળી જાય છે. પછી નળીને ઠંડી પાડવામાં આવે છે એટલે બાકી રહેલી હવા સંકોચ પામે છે. જેથી ખાલી જગ્યા પડે છે એટલે ગરણીમાંથી પારો નળીમાં ભરાય છે. આવી રીતે નળીને વારંવાર તપાવા ઠંડી કરવાથી દડી તથા નળીનો કેટલોક ભાગ પારાથી ભરાઇ જાય છે. ત્યારબાદ નળીને ખૂબ તપાવવામાં આવે છે જેથી પારો ગરમ થઈ વિસ્તાર પામી, નળીની અંદર રહી ગયેલી શેષ હવાને બહાર નિકાલે છે. પછી ગરણી કાનસ વડે કાપી નાંખી, ઉપરનો છેડો ગરમ કરી બંધ કરવામાં આવે છે. છેવટે નળી ઉપર કાપા પાડી ઉષ્ણતામાપક તૈયાર કરવામાં આવે છે.

કાપા પાડવા માટે સૌથી પહેલાં બે નિયત (fixed) ઉષ્ણુતામાનની જરૂર રહે છે. સદ્ભાગ્યે પિગળતા બરફનું અને ઉકળતાં પાણીનું ઉષ્ણુતામાન લાંબો સમય એક સરખું રહેતું હોવાથી પ્રથમ ઉષ્ણુતામાપકને બરફથી ભરેલી એક ગરણીની અંદર ઉભું મૂકવામાં આવે છે અને જ્યારે નળીની અંદરનો પારો નીચે ઉતરી જે જગ્યાએ સ્થિર થાય છે ત્યાં કાનસ વતી એક કાપ મૂકવામાં આવે છે.

ત્યારબાદ ઉષ્ણુતામાપકને, બે કાણાંવાળા બૂચ વડે બંધ કરેલી અડધે સુધી પાણીથી ભરેલી એક પહોળા મ્હોંની સખત કાચની કશનળી (Test tube) માં, બૂચના એકાદ કાણાંમાંથી પાણીની સપાટીથી સહેજ અદ્ધર રહે એ રીતે ગોઠવવામાં આવે છે અને બીજા કાણાંમાંથી એક કાટખૂણેથી વળેલી નળી દાખલ કરવામાં આવે છે. કશનળીમાં ભરેલું પાણી ઉકળે ત્યાંસુધી ગરમ કરવામાં આવે છે. જેથી ઉષ્ણુતા-માપકની દડી આસપાસ પાણીની વરાળ લાગવાથી,

ઉષ્ણુતામાપકનો પારો એકદમ ઉંચે ચઢે છે અને જ્યાં સ્થિર થાય છે ત્યાં બીજો કાપો પાડવામાં આવે છે.

નોંધ:—પ્રથમનું નિયત ઉષ્ણુતામાન (નીચ બિંદુ) બરફનું ગલન બિંદુ અથવા ગલન ઉષ્ણુતામાન કહેવાય છે અને બીજું ઉષ્ણુતામાન (ઉચ્ચ બિંદુ) પાણીનું ઉત્કલન બિંદુ અથવા ઉત્કલન-ઉષ્ણુતામાન તરીકે ઓળખાય છે.

સેલ્સિયસ (Celcius) નામના વિજ્ઞાનીએ બરફના ગલન બિંદુને શૂન્ય 0 અંશ ગણી ત્યાંથી તે પાણીના ઉત્કલન બિંદુ સુધીના ગાળાના સો ૧૦૦ સરખા ભાગ પાડી સેન્ટીગ્રેઈડ પદ્ધતિ અનુસારનું થર્મોમીટર બનાવ્યું.

ર્યુમર (Reumer) નામના જર્મન વિજ્ઞાનીએ પણ બરફનું ગલન બિંદુ 0 ગણી ત્યાંથી તે પાણીના ઉત્કલન બિંદુ સુધીના ગાળાના ૮૦ સરખા ભાગ પાડી ર્યુમર પદ્ધતિનું થર્મોમીટક બનાવ્યું.

ફેરનહાઇટ (Fahrenheit) નામના અંગ્રેજ વિજ્ઞાનીએ બરફના ગલનબિંદુને બદલે બરફ તથા નવસારના મિશ્રણનું ગલનબિંદુ પસંદ કરી તે બિંદુને 0 ગણી પાણીના ઉત્કલન બિંદુ સુધીના ગાળાના ૨૧૨ સરખા ભાગ પાડી ફેરનહાઇટ પદ્ધતિનું થર્મોમીટર બનાવ્યું. આ થર્મોમીટરમાં બરફનું ગલન-બિંદુ ૩૨ અંશ જેટલું હોય છે.

થર્મોમીટરની જાત	બરફનું ગલન બિંદુ (Melting pt. of ice)	પાણીનું ઉત્કલન બિંદુ (Boiling pt. of water)
સેન્ટી ગ્રેઇડ (C)	0°	૧૦૦°
રયુમર (R)	0°	૮૦°
ફેરનહાઇટ (F)	૩૨°	૨૧૨°

એક થર્મોમીટરમાં લીધેલું માપ બીજી જાતનાં થર્મોમીટરમાં કેટલું આવશે તે નીચેના સુત્ર દ્વારા જાણી શકાશે.

$$\text{સુત્ર:—}\quad \frac{C}{૧૦૦} = \frac{F-૩૨}{૧૮૦} = \frac{R}{૮૦}$$

અથવા

$$\frac{C}{૫} = \frac{F-૩૨}{૯} = \frac{R}{૪}$$

થર્મોમીટરમાં પ્રવાહી તરીકે પારો પસંદ કરવાના કારણો :

(૧) પારો અપાર દર્શક તેમજ ચળકતો હોવાથી થર્મોમીટરની નળીમાં તેની સપાટી સહેલાઈથી જોઈ શકાય છે. (૨) પારો થર્મોમીટરની દિવાલને ચિટકતો નથી એથી ખોટું ઉષ્ણુતામાન આવવા સંભવ નથી. (૩) પારાની વિશિષ્ટ ગરમી બહુજ ઓછી હોવાથી તે ઉષ્ણુતામાનનો નજીવો ફેરફાર પણ દર્શાવી શકે છે. (૪) પારાનું ઠાર બિંદુ (Freezing point)

પ્રમાણમાં નીચું (-૩૯°C) અને ઉત્કલન બિંદુ ૩૫૦°C જેટલું ઉંચું હોવાથી પારાનું થર્મોમીટર ઉષ્ણતામાનનો ખૂબ લાંબો ગાળો માપી શકે છે.

(૫) પારાનું પ્રસરણ એક સરખું નિયમિત થાય છે.

પારાને બદલે પાણી વાપરી શકાય પરંતુ પાણીમાં ઉપર દર્શાવેલી અનુકુળતા હોતી નથી.

નોંધઃ—બહુજ નીચાં (low) ઉષ્ણતામાન માપવા માટે આલ્કોહોલ (મદ્યાર્ક)નું થર્મોમીટર વપરાય છે કારણ કે આલ્કોહોલ આશરે-૧૪૦°C ઉષ્ણતામાને ઠરી ઘન બને છે. એથી પણ નીચાં ઉષ્ણતામાનનું માપ લેવાં માટે વાયુનું થર્મોમીટર વપરાય છે.

ડૉકટરનું અથવા વૈદક થર્મોમીટર (શરીર જ્વર માપક):—આ જાતનું થર્મોમીટર મનુષ્યના શરીરનું ઉષ્ણતામાન જાણવા માટે વપરાય છે. તંદુરસ્ત મનુષ્યનું ઉષ્ણતામાન ૯૭.°૫ થી ૯૮°.૪ F જેટલું રહેતું હોવાથી આ થર્મોમિટરની નળી ઉપર ૯૫°

થી ૧૧૦° F સુધીના જ આંકા પાડવામાં આવ્યાં હોય છે.

એની રચના સામાન્ય થર્મોમીટર જેવી હોય છે. ફેર માત્ર એટલોજ હોય છે કે સામાન્ય થર્મોમીટરની જેમ એની નળી એક સરખા બારીક છેદ વાળી હોતી નથી પરંતુ દડીથી સહેજ ઉંચે એક જગ્યાએ ઘણીજ સાંકડી બનાવવામાં આવી હોય છે-જેથી જ્યારે એ થર્મોમીટરને મનુષ્યની બગલમાં કે મોંમાં મૂકવામાં આવે છે કે તુરતજ દડીમાંનો પારો વિકાસ પામી, સાંકડી જગ્યામાંથી પસાર થઈ, ઉંચે ચઢી, અમુક આંકા આગળ સ્થિર થાય છે. પછી જ્યારે થર્મોમીટરને એકાદ બે મિનિટ બાદ બગલમાંથી કે મોંમાંથી લઈ લેવામાં આવે છે ત્યારે પારો સંકોચ પામે છે પરંતુ સાંકડી જગ્યામાંથી પારો નીચે ઉતરી શકતો નથી. એટલે શરીરનું ઉષ્ણુતામાન ઘણી જ સરળતાથી માપી શકાય છે. સાંકડી જગ્યાની નીચેનો પારો સંકોચ પામી દડીમાં ચાલ્યો જાય છે

એથી પારાની દોરી તૂટેલી માલમ પડે છે. ફરીથી એ થર્મોમીટરને કામમાં લેવાં સારૂ થર્મોમીટરને ઉપરથી પકડી જોરથી આંચકા (Jerks) મારવામાં આવે છે જેથી ઉંચે રહેલો પારો સાંકડી જગ્યામાંથી પસાર થઈ દડીમાંના પારા સાથે ભળી જાય છે.

નોંધઃ—આ થર્મોમીટર માત્ર ૯૫° થી ૧૧૦° F સુધી અંકિત કરેલું હોવાથી એને કદાપિ ઉકળતા પાણીમાં ધોવાની ભૂલ કરવી નહિ, નહિતર પારો ખૂબ વિકાસ પામી નળીને તોડી બહાર નીકળી જશે અને થર્મોમીટર નકામું થઈ પડશે.

સીકસનું સંયુકત મહત્તમ અને લઘુત્તમ ઉષ્ણતામાપક (Six's combined maximum and minimum thermometer):—દિવસ દરમ્યાન વધારેમાં વધારે તથા ઓછામાં ઓછું ઉષ્ણુતામાન કેટલું રહ્યું તે જાણુવા માટે સીકસ નામના માણુસે યોજી કાઢેલાં સાધનને સીકસનું થર્મોમીટર કહે છે.

રચનાઃ—એમાં મુખ્યત્વે કરીને એક 'યુ' આકારની

વળેલી નળી હોય છે. જેની ડાબી બાજુના છેડે નાની દડી જેવો એક ગોળો આવેલો હોય છે અને જમણી બાજુના છેડે-યુ-નળીની વચમાં રહે એવો એક લાંબો ગોળો રાખેલો હોય છે. વચ્ચેનો લાંબો ગોળો આલ્કોહોલથી સંપૂર્ણ ભરેલો હોય છે જ્યારે ડાબી બાજુનો ગોળો આલ્કોહોલથી સંપૂર્ણ ભરેલો હોતો નથી એથી એની ઉપરના ભાગમાં થોડીક ખાલી જગ્યા રહેવા પામે છે. યુ નળી અમુક હદ સુધી પારાથી ભરેલી હોય છે અને તેની બન્ને બાજુએ ઉષ્ણતામાનના આંકડા લખેલા હોય છે. ડાબી બાજુના આંકડા નીચેથી ઉપરની તરફ વધતાં જતાં હોય છે અને જમણી બાજુના આંકડા નીચેથી ઉપરની તરફ ઘટતાં જતાં હોય છે. યુ નળીમાં રહેલ પારાની દોરીની ટોચ ઉપર બન્ને બાજુએ એકેક પોલાદના સ્પ્રીંગવાળા કકડા દર્શક તરીકે ગોઠવેલાં હોય છે.

કાર્ય:-જ્યારે દિવસના ભાગમાં હવામાનનું ઉષ્ણતા-

માન જેમ જેમ વધતું જાય છે તેમ તેમ વચલા ગોળામાં રહેલો આલ્કોહોલ વિકાસ પામેછે-પરિણામે યુ નળીમાં રહેલી પારાની દોરી ડાબીબાજુ તરફ ઉંચે અને ઉંચે ચઢે છે-જેથી તેની ઉપર ગોઠવેલો દર્શક પણ ઉંચેને ઉંચે ધકેલાય છે. સૂર્યાસ્ત પછી જેમજેમ હવામાનનું ઉષ્ણતામાન ઘટતું જાય છે તેમ તેમ વચલા ગોળામાંનો આલ્કોહોલ સંકોચાય છે. પરિણામે યુ-નળીમાં રહેલી પારાની દોરી જમણીમેર ઉંચે ચઢે છે અને તેની ઉપર ગોઠવેલા દર્શકને પણ ઉંચે ધકેલે છે. દર્શકો સ્પ્રીંગને લીધે જેટલે ઉંચા ચઢયા હોય તેટલેજ સ્થંભી જાય છે. પરિણામે દર્શકની મદદથી દિવસ ભરમાં વધારેમાં વધારે અને ઓછામાં ઓછું ઉષ્ણતામાન કેટલું રહ્યું તે સહેલાઈથી જાણી શકાય છે. દર્શકોને લોહચુંબકની મદદથી નીચે ઉતારી-પારાની દોરીની ટોચ ઉપર સ્થિર કરી યંત્રને બીજી વખત નોંધ લેવા તૈયાર કરી શકાય છે.

ઉષ્ણતામાન લેખક (Thermograph):--

આ યંત્ર વડે આખા દિવસ દરમ્યાન ઉષ્ણતામાનની વધઘટ આપોઆપ નોંધાય છે. એમાં બે જુદી જુદી ધાતુની સંયુક્ત પટીનું એક ગુંછળું વપરાયું હોય છે. ગરમીની અસરથી જે ધાતુનું પ્રસરણ વધારે થાય છે તે ગુંછળાની અંદરની બાજુ તરફ અને જે ધાતુનું પ્રસરણ ઓછું થાય તે બહારની તરફ રાખેલી હોય છે. જ્યારે ઉષ્ણતામાન વધે છે ત્યારે ગુંછળું ઉકેલાય છે. ગુંછળાનો એક છેડો સજ્જડ કરેલો હોય છે અને બીજો છેડો ઉચ્ચાલન સાથે જોડેલો હોય છે. એ ઉચ્ચાલનને છેડે એક પેન્સીલ કે શાહીથી ભીંજવેલી સોય રાખેલી હોય છે—એ સોય ઘડીઆળની યોજના વડે ગોળ ગોળ ફરતા ડબ્બા ઉપર ચિટકાવેલ એક આલેખ કાગળ (Graph–paper) ઉપર ઉષ્ણતામાનમાં ઘડી ઘડી થતો ફેરફાર આલેખે છે અને એ રીતે દિવસ ભરમાં થતા ઉષ્ણતામાનનો ફેરફાર સ્વયં નોંધાય છે.

પ્રસરણ (Expansion)

અમુક અપવાદ સિવાય ઘણીખરી વસ્તુઓ ગરમી

આપવાથી ફુલે છે અર્થાત્ તેમનાં કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે અને ઠંડી આપવાથી સંકોચાય છે અર્થાત તેમનાં કદમાં ઘટાડો થાય છે.

ઘન પદાર્થોનું પ્રસરણઃ—(૧) તાર કે પાતળા સળીઆ જેવા ઘન પદાર્થોને ગરમી આપવાથી તેમની લંબાઈ વધે છે. લંબાઈના વધારાને રેખિક પ્રસરણ Linear expansion કહે છે.

(૨) પાતળા પતરા જેવા ઘન પદાર્થોને ગરમ કરવાથી તેમની લંબાઈ તેમજ પહોળાઈમાં એટલે કે તેમનાં ક્ષેત્રફળ (area)માં વધારો થાય છે. ક્ષેત્રફળના વધારાને પૃષ્ઠ પ્રસરણ Superfical expansion કહે છે.

(૩) અમુક ઉંચાઈ અથવા જાડાઈવાળા ઘન પદાર્થોને ગરમ કરવાથી તેમની લંબાઈ, પહોળાઈ તથા જાડાઈમાં અર્થાત તેમનાં ઘનફળ કે કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

ઘનફળના વધારાને ઘનફળ કે કદ પ્રસરણ Cubical expansion કહે છે.

(૪) પ્રવાહી અને વાયુરૂપી પદાર્થોને ગરમ કરવાથી માત્ર તેમનાં કદમાં જ વૃદ્ધિ થાય છે.

રેખિક પ્રસરણ ગુણક (Coefficient of linear expansion):—એકમ લંબાઈ (૧ સે. મી. અગર ૧ ફુટ) વાળા ઘન પદાર્થના તાર કે સળીઆને $1^{\circ}C$ સુધી ગરમ કરવાથી તેની લંબાઈમાં જે વધારો (પ્રસરણ) થાય તે રેખીક પ્રસરણ ગુણક કહેવાય છે.

સૂત્ર:- રેખિક પ્રસરણગુણક (∝) = $\frac{\text{લંબાઈનો વધારો } (l_2-l)}{\text{મૂળ લંબાઈ}\times\text{ઉષ્ણતામાનનો વધારો}}$

$l\ (t_2-t)$

પૃષ્ઠ પ્રસરણ ગુણક (Coeff. of superficial expansion) એકમ સપાટી (ક્ષેત્રફળ)વાળા ઘનપદાર્થને $1^{\circ}C$ સુધી ગરમ હોવાથી તેના ક્ષેત્રફળમાં જે વધારો થાય તેને પૃષ્ઠ પ્રસરણ ગુણક કહે છે.

સૂત્ર- પૃષ્ઠ પ્રસરણગુણક B = $\frac{\text{ક્ષેત્રફળનો વધારો } (a_2-a)}{\text{મૂળ ક્ષેત્રફળ}\times\text{ઉષ્ણતામાનનો વધારો}}$

$a\ (t_2-t)$

નોંધઃ-રેખિક પ્રસણુ ગુણુક કરતાં પૃષ્ઠ ગુણુક લગભગ બમણેા હેાય છે. દા. ત. તાંબાનેા રે. પ્ર. ગુ. ૦.૦૦૦૦૧૭ છે તેા તાંબાનેા પૃ. પ્ર. ગુ. ૦.૦૦૦૦૧૭×૨=૦.૦૦૦૦૩૪ હેાય છે.

ઘનફળ પ્રસરણુ ગુણુક (Coeff. of cubical expansion):—એકદમ કદવાળા ઘન પદાર્થને ૧°c સુધી ગરમ કરવાથી તેના કદમાં થતી વૃદ્ધિને ઘનફળ પ્રસરણુ ગુણુક કહે છે.

સૂત્ર- $$\frac{\text{ઘનફળ-પ્રસરણુ ગુણુક}}{(Y)} = \frac{\text{કદની વૃદ્ધિ } (v_2 - v)}{\text{મૂળ કદ×ઉષ્ણતામાનનેા વધારેા } v\,(t_2 - t)}$$

નોંધઃ- ઘ. પ્ર. ગુ. રેખિક પ્ર. ગુ. કરતાં આશરે ત્રણ ગણેા હેાય છે. એથી તાંબાનેા ઘ. પ્ર. ગુ= ૦.૦૦૦૦૧૭×૩=૦.૦ ૦૦૫૧ હેાય છે.

આ ઉપરથી જોઈ શકાય છે કે ઘન વસ્તુનું પ્રસરણુ બહુ જ નજીવું છે. દા. ત. એક ફુટ તાંબાનેા તાર ૧°c સુધી ગરમ થાય ત્યારે તેની લંબાઈમાં

૦.૦૦૦૦૧૭ ફુટ જેટલો માત્ર નજીવો વધારો થાય છે. એ વધારો પણ વ્યવહારમાં ખૂબ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.

પ્રસરણનો વ્યવહારિક ઉપયોગ

(૧) ગાડાં કે ગાડીનાં પૈડા ઉપર જ્યારે લુહારને લોખંડની વાટ ચઢાવવી હોય છે ત્યારે તે વાટ લાકડાનાં પૈડાં જેટલી જ અથવા એથી ઓછા વ્યાસવાળી બનાવી, ખૂબ ગરમ કરવામાં આવે છે. જેથી તેનો ઘેરાવો વધે છે અને તેને પૈડા ઉપર સહેલાઈથી ચઢાવી શકાય છે. પછી તેના ઉપર ઠંડું પાણી રેડવામાં આવે છે. જેથી તે વાટ સંકોચ પામી પૈડાંને ચૂસ્ત રીતે વળગી રહે છે.

(૨) આગગાડીના પાટાઓ એક બીજાને અડકાડીને નાખવામાં આવતા નથી. પરંતુ બે પાસે પાસેના પાટાઓ વચ્ચે સહેજ જગ્યા રાખવામાં આવે છે. આનું કારણ એ છે કે જ્યારે પાટા ઉપરથી ગાડી પસાર થાય છે ત્યારે અથવા સૂર્યના તાપને

લીધે પાટા ગરમ થઈ વિકાસ પામે છે. પરિણામે તેમની લંબાઈ વધે છે. જગ્યા ન રાખી હોત તો પાટાઓ વળી જઇ ગંભિર અકસ્માત થાત.

(૩) કોઈ વેળા કાચના દટ્ટાવાળી શીશીઓમાં, દટ્ટો સખત ચોંટી ગયો હોય છે અને શીશી ખુલી શકતી નથી. આવે વખતે શીશીનું ગળું ધીરા તાપે સાવધાની પૂર્વક ગરમ કરવામાં આવે તો ગળું સહેજ વિકાસ પામે છે અને દટ્ટો ઢીલો થાય છે. જેથી તેને સહેલાઈથી દૂર કરી શીશી ખોલી શકાય છે.

(૪) મકાન તથા પૂલોના બાંધકામમાં વપરાતા લોખંડના પાટડાઓ (girders) વખતે સહેજ જગ્યા રાખવાનો ઉદ્દેશ એ છે કે ઉનાળામાં ગરમીને લીધે એ વધી શકે અને બાંધકામને નુકશાન ન થાય

(૫) ફાનસની ગરમ ચિમની ઉપર જે જગ્યાએ ઠંડા પાણીનું એકાદ ટીપું પડે છે તેટલી જ જગ્યાનો કાચ સંકોચ પામે છે. પરિણામે ચિમની ઉપર તડ પાડે છે.

(૬) જાડા કાચના પવાલામાં ગરમ પાણી રેડવાથી પવાલાનો અંદરનો કાચ એકાએક ગરમ થઈ વિકાસ પામે છે જ્યારે બહારનો ભાગ ઠંડો રહે છે એથી પવાલામાં તડ પડે છે.

પ્રવાહી તથા વાયુઓ પણ ગરમ થવાથી કદમાં વૃદ્ધિ પામે છે. જેવી રીતે જુદા જુદા ઘન પદાર્થોને, સરખાં ઉષ્ણતામાન સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે છતાં ઓછાંવત્તા પ્રમાણમાં પ્રસરે છે. તેવી જ રીતે જુદાં જુદાં પ્રવાહીઓ પણ સરખાં ઉષ્ણતામાન સુધી ગરમ કરવામાં આવે તો ઓછાંવત્તા અંશે પ્રસરે છે. દા. ત. આલ્કોહોલ પાણી કરતાં વધારે અને પાણી પારા કરતાં વધારે વિકાસ પામે છે. વાયુઓ ઘન તથા પ્રવાહીથી ઉપલી બાબતમાં જૂદા પડે છે એટલે કે બધા વાયુઓ સરખાં ઉષ્ણતામાન સુધી ગરમ કરવામાં આવે તો એક સરખી રીતે પ્રસરે છે.

ગરમીથી થતું વાયુનું પ્રસરણ એ વિષેનો ચાર્લ્સનો

નિયમ " નિયત દબાણે 0°c ઉષ્ણતામાને વાયુનું જે કદ હોય છે તે કદમાં પ્રત્યેક અંશ c ઉષ્ણતામાનના વધારા દીઠ નિયત સંખ્યા ($\frac{૧}{૨૭૩}$ અથવા ·૦૦૩૬૬) જેટલો વધારો થાય છે.

સૂત્ર :

$$\alpha = \frac{v,-v}{v(t,-t)}$$

α=વાયુનો ઘનફળ પ્રસરણ ગુણક ($\frac{૧}{૨૭૩}$) નિયત દબાણે.

$v=0^{\circ}c$ એ વાયુનું મૂળ કદ.

$v, =t,^{\circ}c$ એ વાયુનું નવું કદ.

$t,=o^{\circ}c$

$t,$=નવું ઉષ્ણતામાન

$\because\ t=o$

$$\therefore \alpha = \frac{v,-v}{v\ t,}$$

$$\therefore v,-v=\alpha vt,$$

$$\therefore v,=v+\alpha\ vt,$$

$$\therefore v,=v(1+\alpha t,)$$

[એવીજ રીતે નિયત કદે વાયુને ગરમ કરવાથી વાયુના દબાણમાં થતો વધારો નીચેના સૂત્ર દ્વારા જાણી શકાશે.

સૂત્રઃ- $P_{,}=Po\ (1+\alpha t_{,})$

નોંધઃ-ગરમ કરવાથી વાયુના કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે એટલે તેની ઘનતામાં ઘટાડો થાય છે.

પાણીનું અનિયમિત પ્રસરણ (Anamolous expansion of water):-સામાન્ય નિયમ તરીકે વસ્તુને ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે તેનાં ઉષ્ણુતામાન તથા કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે. એથી ઉલટું જ્યારે વસ્તુને ઠંડક આપવામાં આવે છે ત્યારે તેનાં ઉષ્ણુતામાન તથા કદનો ઘટાડો થાય છે. પાણી આ સામાન્ય નિયમનું કંઈક અંશે ઉલંઘન કરે છે. $0^{\circ}c$ વાળાં પાણીને ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે તેના કદમાં વૃદ્ધિ થવાને બદલે ૪°c સુધી ઘટાડો થાય છે અને ૪ c થી ૧૦૦°c સુધી સામાન્ય નિયમાનુસાર તેના

કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે. એવીજ રીતે જ્યારે ૧૦૦°c વાળાં ઉકળતાં પાણીને ઠંડુ કરવામાં આવે છે એટલે ૧૦૦°c થી ૪°c સુધી સામાન્ય નિયમ મુજબ તેના કદમાં ઘટાડો થાય છે પરંતુ ૪°c થી 0°c સુધી ઠંડુ થતાં તે સંકોચ પામવાને બદલે વિકાસ પામી વધારે જગ્યા રોકે છે. ટુંકમાં પાણી 0°c થી ૪°c સુધી નિયમ વિરૂદ્ધ વર્તે છે એટલે કે સંકોચ પામવાને બદલે વિકાસ પામે છે અને વિકાસ પામવાને બદલે સંકોચાય છે. ઉપરની વિચારણાથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ૪°c ઉષ્ણુતામાને પાણીનું કદ ઓછામાં ઓછું હોય છે અર્થાત્ તેની ઘનતા અન્ય ઉષ્ણુતામાનની અપેક્ષાએ સૌથી વિશેષ હોય છે.

નોંધઃ-પાણીમાંથી બનતો બરફ પાણી કરતાં વધારે જગ્યા રોકે છે એ ઉપર લખેલી બીનાથી સ્પષ્ટ થાય છે.

ઉષ્ણુતાનું માપ અને વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા (Specific heat) કેલરી (calorie):—એક

ગ્રામ પાણીનું ઉષ્ણુતામાન ૧°c સુધી બદલવા (વધારવા કે ઘટાડવા) માટે જેટલી ગરમી આપવી કે લઈ લેવી પડે તેને ગરમીનો એકમ ઉષ્ણુતા અંક અથવા કેલરી કહે છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા (Specific heat):—એક ગ્રામ પદાર્થનું ઉષ્ણુતામાન ૧°c સુધી બદલવા (વધારવા કે ઘટાડવા) માટે જોઈતી ગરમી તથા એક ગ્રામ પાણીનું તેટલુંજ ઉષ્ણુતામાન બદલવા માટે જોઈતી ગરમી વચ્ચેની સરખામણી દર્શાવનાર અંકને તે પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા કહે છે.

પરંતુ એક ગ્રામ પાણીનું ઉષ્ણુતામાન ૧°c સુધી બદલવા માટે બરાબર એક કેલરી જેટલી ગરમી જોઈતી હોવાથી વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતાની વ્યાખ્યા નીચે મુજબ ટુંકાવી શકાય.

ટુંકી વ્યાખ્યા:—એક ગ્રામ પદાર્થનું ઉષ્ણુતામાન ૧°c સુધી બદલવા અર્થે જેટલી ગરમી આપવી કે લઈ લેવી પડે તેને તે પદાર્થની 'વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા' કહે છે.

વિશિષ્ટ–ઉષ્ણુતાનેા કેાઠેા.

પાણી.	૧	તાંબુ	૦.૦૯૬
એલ્યુમીનીઅમ	૦.૨૧૮	સીસુ	૦.૦૩૧
લેાખંડ	૦.૧૧૩	પારેા	૦.૦૩૩

ઉપરના કેાઠા ઉપરથી માલુમ પડે છે કે પાણીની વિ. ઉ. કેાઈ પણ પદાર્થ કરતાં સવિશેષ છે. આનેા અર્થ એ છે કે કેાઈ પણ પદાર્થ કરતાં પાણીને અમુક અંશ c ઉષ્ણુતામાન સુધી ગરમ કે ઠંડું કરવા માટે ખૂબ ગરમી આપવી કે લઈ લેવી પડે છે એટલે કે પાણી જલ્દીથી ગરમ કે ઠંડું થઈ શકતું નથી અને એજ કારણથી દરીઆ કાંઠે આવેલાં સ્થળેાએ ખૂબ ઠંડી લાગતી નથી કે ઉનાળામાં ખૂબ તાપ લાગતેા નથી.

ઉષ્ણુતાનું માપ (measurment of heat)

કેાઈ પણ પદાર્થમાં કેટલી ઉષ્ણુતા રહેલી છે તે

પદાર્થનું વજન, તેનું ઉષ્ણુતામાન તથા તેની વિ. ઉષ્ણુતાનો ગુણાકાર કરવાથી જાણી શકાય છે.

ઉષ્ણુતાનો જથ્થો=વજન×ઉષ્ણુતામાન×વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા.

ગરમ અને ઠંડા પદાર્થને મિશ્ર કરવાથી અથવા સંબંધમાં લાવવાથી જેટલી ગરમી, ગરમ પદાર્થ ગુમાવે છે તેટલીજ ગરમી ઠંડો પદાર્થ મેળવે છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા નક્કી કરવાની મિશ્રણુની રીતઃ—

પ્રથમ એક ધાતુનો ટુકડો લ્યો. તેનું વજન નક્કી કરો. ત્યારબાદ એ ટુકડાને ઉકળતાં પાણીમાં અથવા પાણીની વરાળમાં મૂકી ગરમ કરો એટલે તેનું ઉષ્ણુતામાન ૧૦૦°C થશે. પછી એક કાચના પ્યાલામાં વજન કરેલું ઠંડું પાણી લો. એ પાણીનું C ઉષ્ણુતામાન નક્કી કરો. ત્યારબાદ તે ઠંડા પાણીમાં પેલો ૧૦૦°C ઉષ્ણુતામાન વાળો ધાતુનો ટુકડો નાંખી, પાણીને કાચના સળીઆ વડે ખૂબ હલાવી

પાણીનું ઉષ્ણતામાન કેટલું વધ્યું તે નક્કી કરો. પછી નીચે દર્શાવેલ ગરમીના આપલેના સિદ્ધાંત મુજબ ધાતુના ટુકડાની વિ. ઉ. નક્કી કરો.

ગરમ ધાતુએ ગુમાવેલી ગરમી=ઠંડા પાણીએ મેળવેલી ગરમી.

$$\left(\text{ધાતુનું વજન} \times \text{ઉષ્ણતામાનનો ઘટાડો} \times \text{વિ. ઉ}\right) = \left(\text{પાણીનું વજન} \times \text{ઉષ્ણતામાનનો વધારો} \times 1\right)$$

$$\therefore \text{ વિ. ઉ.} = \frac{\text{પાણીનું વજન} \times \text{ઉષ્ણતામાનનો વધારો}}{\text{ધાતુનું વજન} \times \text{ઉષ્ણતામાનનો ઘટાડો}}$$

ગુપ્ત ગરમી (Latent heat)

સામાન્ય રીતે પદાર્થને ગરમ કરવામાં અવે છે એટલે તેનું ઉષ્ણતામાન વધે છે. પરંતુ જ્યારે પદાર્થની અવસ્થામાં ફેરફાર થતો હોય છે દાખલા તરીકે બરફ પીગળી પાણી બનતું હોય કે પાણી ઊકળી વરાળ

બનતી હોય ત્યારે ગમે તેટલી ગરમી આપવામાં આવે છતાં પણ તેના ઉષ્ણુતામાનમાં કશો ફરક પડતો નથી. તો પછી સહજ પ્રશ્ન ઉદ્ભવે છે કે એ ગરમી ક્યાં ગઇ? એનું શું થયું? એ ગરમી પદાર્થના અણુઓ વચ્ચે રહેલું અરસપરસનું આકર્ષણ-બળ ઓછું કરી, પદાર્થની સ્થિતિનું રૂપાંતર કરવામાં વપરાય છે અને એથી તે ગરમી ઉષ્ણુતા માપક યંત્રમાં નોંધાતી નથી એ કારણથી એ ગરમી ગુપ્ત ગરમી કહેવાય છે.

પ્રત્યેક પદાર્થની ગુપ્ત ગરમી જૂદી જૂદી હોય છે. ઘન પદાર્થને પિગાળી પ્રવાહી સ્વરૂપમાં લાવવા માટે વપરાતી ગુપ્ત ગરમીને તે પદાર્થની ગલનની ગુપ્ત ગરમી (Latent heat of fusion) અને પ્રવાહીને ગરમ કરી વાયુરૂપમાં લાવવા માટે વપરાતી ગુપ્ત ગરમીને તે પ્રવાહીની બાષ્પીભવનની ગુપ્ત ગરમી (Latent heat of vapourisation) કહેવાય છે.

બરફની ગલનની ગુપ્ત ગરમી (Latent heat of fusion of ice):—0°c ઉષ્ણુતામાન વાળા એક ગ્રામ બરફનું 0°c ઉષ્ણુતામાન વાળું પાણી બનાવતાં જે ગરમી આપવી પડે છે તેને બરફની ગલનની ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

(બરફની ગલનની ગુપ્ત ગરમી=૮૦ કેલરી)

પાણીની બાષ્પીભવનની ગુપ્ત ગરમી (Latent heat of vapourisation of water):—૧૦૦°c ઉષ્ણુતામાનવાળાં એક ગ્રામ ઊકળતાં પાણીની એટલી જ ઉષ્ણુતામાન વાળી વરાળ (બાષ્પ) બનાવતાં જે ગરમી આપવી પડે છે તેને પાણીની બાષ્પીભવનની ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

(પાણીની બાષ્પીભવનની ગુપ્ત ગરમી=૫૩૭ કેલરી)

નોંધ—બરફની ગ. ગુ. ગરમી અને પાણીની બાષ્પી. ગુ. ગરમી મિશ્રણુ રીત દ્વારા શોધી શકાય છે.

ગલન બિંદુ (melting point):—એટલે જે નિયત ઉષ્ણુતામાને ઘન પદાર્થ પિગળી પ્રવાહી બને તે ઉષ્ણુતામાન.

ગલન બિંદુ નીચેની બે બાબતો ઉપર આધાર રાખે છે.

(૧) બાહ્ય દબાણ (અ) જે ઘન પદાર્થ પિગળવાથી સંકોચ પામે તે ઘન પદાર્થ ઉપર દબાણ વધારવાથી તેનું ગલન બિંદુ નીચું જાય છે. દાખલા તરીકે-બરફ, ભરતરનું લોખંડ વગેરે.

(બ) જે ઘન પદાર્થ પિગળવાથી વિકાસ પામે તે ઘન પદાર્થનું ગલન-બિંદુ દબાણ વધારવાથી ઉંચું જાય છે. દા. ત. મીણુ-તાંબુ વગેરે.

(૨) **દ્રાવ્ય** (Soluble) **પદાર્થોની હાજરી**:- બરફની સાથે મીઠું કે પાણીમાં ઓગળી શકે એવો અન્ય ક્ષાર ભેળવવાથી-બરફનું ગલન-બિંદુ નીચું ઉતરે છે એટલે કે 0°c એ ન પિગળતાં તેથી નીચાં

ઉષ્ણતામાને પિગળે છે. દા. ત. ૩ ભાગ બરફ અને ૧ ભાગ મીઠાનાં મિશ્રણનું ગ. બિ. આશરે–૨૦°c જેટલું હોય છે અને આજ કારણથી આઈસ્ક્રીમ બનાવતી વેળાએ બરફ સાથે મીઠું ભેળવાય છે.

ઉત્કલન બિંદુ (Boiling point):—જે નિયત ઉષ્ણતામાને પ્રવાહી ઊકળી બાષ્પ (વાયુ) રૂપ બને તે ઉષ્ણતામાનને તે પ્રવાહીનું ઉ. બિ. કહે છે.

અથવા

જે ઉષ્ણતામાને પ્રવાહીમાંથી બનેલ બાષ્પનું દબાણ પ્રવાહીની સપાટી ઉપર થતાં હવાના દબાણ જેટલું થાય છે તે ઉષ્ણતામાનને તે પ્રવાહીનું ઉ. બિ. કહે છે.

ઉત્કલન બિંદુ નીચે દર્શાવેલી બાબતો ઉપર અવલંબે છે.

(૧) પ્રવાહીની સપાટી ઉપર થતું દબાણ:- દબાણ વધારવાથી પ્રવાહી ઉંચા ઉષ્ણતામાને અને ઘટાડવાથી નીચાં ઉષ્ણતામાને ઊકળે છે.

(૨) દ્રાવ્ય પદાર્થની અશુદ્ધિઃ—જો પ્રવાહીમાં અન્ય પદાર્થ ઓગળી ગયો હોય તો તે પ્રવાહી ઉંચા ઉષ્ણુતામાને ઊકળે છે. દા. ત. શુદ્ધ પાણી સમુદ્ર સપાટીએ બરાબર ૧૦૦°c એ ઊકળે છે પરંતુ મીઠા-વાળું અથવા સમુદ્રનું ક્ષારવાળું પાણી ૧૦૦°c કરતાં ઉંચા ઉષ્ણુતામાને ઊકળે છે.

પેપીનનું પાચક યંત્ર (Papin's digester)

એ માત્ર સજ્જડ ઢાંકણાવડે બંધ કરેલું અને રક્ષક (Safety) વાલ્વની યોજનાવાળું વાસણ હોય છે. ઉંચા પર્વતોના શિખરોપર દાળ, અમુક પ્રકારનાં શાક, માંસ વગેરે ખોરાકની વાનીઓ તૈયાર કરવામાં એનો ખાસ ઉપયોગ થાય છે.

સમુદ્ર સપાટીથી ઉંચી જગ્યાએ હવાનું દબાણ—પાતળી હવાને લીધે ઓછું હોય છે એથી એવા જગ્યાએ પાણી ૧૦૦°c ઉષ્ણુતામાને ન ઉકળતાં ઓછા ઉષ્ણુતામાને ઊકળવા લાગે છે, આ કારણથી

ત્યાં ઊકળતાં પાણીની ગરમી સ્વાભાવિક રીતે ઓછી હોય છે અને એટલી ઓછી ગરમીથી દાળ, માંસ વગેરે ખોરાકની ચીજો બરાબર રંધાતી નથી. જો એ ખોરાકની ચીજો સાદાં વાસણને બદલે પેપીનના વાસણમાં મૂકી રાંધવામાં આવે તો એ વાસણનું ઢાંકણું સજ્જડ બંધ હોવાથી—એ વાસણમાંથી વરાળ બહાર નીકળી શકતી નથી—પરંતુ વાસણમાં એકઠી થઇ, ઊકળતાં પાણી ઉપર ખૂબ દબાણ કરે છે. પરિણામે પાણીનું ઉત્કલન બિંદુ ઉંચે જાય છે અને પાણી પૂરતું ગરમ થાય છે અને ખોરાકની ચીજો જોઈએ તેવી બફાઈ જાય છે. એકઠી થએલી વરાળનું દબાણ હદ ઉપરાંત વધી ન જાય એ માટે રક્ષક વાલ્વ ગોઠવેલો હોય છે. એ વાલ્વ ખોલવાથી વધારાની વરાળ બહાર નિકળી જાય છે અને વાસણને કશું નુકશાન થતું નથી.

બાષ્પીભવન (Evaporation):—એટલે પ્રવાહીનું વાયુરૂપમાં થતું ધીમું—અદૃશ્ય રૂપાંતર.

બાષ્પીભવન અને ઉત્કલન (Boiling) વચ્ચે રહેલો તફાવત.

(૧) બાષ્પીભવન પ્રમાણમાં ધીમી ક્રિયા છે. જ્યારે ઉત્કલન અત્યંત ઝડપી ક્રિયા છે.

(૨) બાષ્પીભવન પ્રવાહીની ખુલ્લી સપાટીએથી જ થઈ શકે છે જ્યારે ઉત્કલન સપાટીએથી તેમજ પ્રવાહીની અંદર કોઈ પણ સ્થળેથી થઈ શકે છે.

(૩) બાષ્પીભવન કોઈ પણ ઉષ્ણતામાને થાય છે જ્યારે ઉત્કલન અમુક ચોક્કસ ઉષ્ણતામાને થાય છે.

બાષ્પીભવનનો વેગ નીચેની બાબતો ઉપર અવલંબે છે.

(૧) સપાટીનો વિસ્તાર:—પ્રવાહીની સપાટીનો વિસ્તાર જેમ વધારે તેમ બાષ્પીભવનની ક્રિયા વધુ ઝડપી બને છે.

ઉષ્ણતામાન:—જેમ પ્રવાહીનું ઉષ્ણતામાન વધારે તેમ બાષ્પીભવનની ક્રિયા વધુ વેગવંતી બને છે.

(૩) **હવાની ભીનાશ:** હવામાં જેમ ભેજ ઓછો અર્થાત્ જેમ હવા સુકી તેમ બાષ્પીભવન ઝડપી.

(૪) **પવન:** જેમ પવનની લહરીઓ તેમ બાષ્પીભવનનો વેગ વધારે.

(૫) **પ્રવાહીનું ઉત્કલન બિંદુ** :–જેમ પ્રવાહીનું ઉત્કલન બિંદુ નીચું તેમ બાષ્પીભવનની ક્રિયા જલદીથી થાય છે. દા. ત. પાણી કરતાં સ્પીરીટ અને સ્પીરીટ કરતાં ઈથર જલદીથી ઊડી જાય છે. કારણ કે પાણીનું ઉ. બિ. ૧૦૦°c, સ્પીરીટનું ઉ. બિ. ૮૦°c અને ઈથરનું ઉ. બિ. ૩૫°c જેટલું હોય છે.

ઉપર દર્શાવેલી બાબતો ઉપરથી સહેજે સમજી શકાય છે કે ચોમાસા કરતાં ઉનાળામાં, શાંત હવા કરતાં પવન વાતો હોય ત્યારે કપડાં શા માટે જલદીથી સૂકાઈ જાય છે.

બાષ્પીભવન અને ઠંડી:—જ્યારે કોઈ પ્રવાહીનું બાષ્પીભવન થાય છે એટલે કે પ્રવાહી બાષ્પ (વાયુ) રૂપ બની ઊડી જાય છે ત્યારે તેને વાયુરૂપ બનવામાં કેટલીક ગરમીની જરૂર રહે છે. એ ગરમી પ્રવાહી પોતાનામાંથી અગર તો તેનાં સંસર્ગમાં રહેલ વસ્તુ કે હવામાંથી મેળવે છે. પરિણામે પ્રવાહી જાતે અથવા તેનાં સંબંધમાં રહેલી વસ્તુ ઠંડી બને છે.

દૃષ્ટાંતો :-(૧) હથેલીમાં થોડોક સ્પીરીટ લઈએ તો સ્પીરીટનું બાષ્પીભવન થાય છે અને એ બાષ્પીભવન થવામાં જોઈતી ગરમી સ્પીરીટ હથેલીમાંથી મેળવે છે-પરિણામે હથેલી ઠંડી લાગે છે.

(૨) ઉનાળામાં પીવાનું પાણી માટીની ગોળીમાં ઠંડુ રહેવાનું કારણ એ છે કે માટીની ગોળી છિદ્રાળુ હોવાથી—ગોળીમાંથી છિદ્રો વાટે થોડુંક પાણી બહાર ઝમે છે; એ બહાર ઝમેલું પાણી ગોળી તથા ગોળીના

અંદર ભરેલ પાણીની ગરમી મેળવી બાષ્પરૂપ બની ઊડી જાય છે એટલે ગોળીમાંહેનું પાણી ઠંડુ બને છે.

(૩) ગરમ ચ્હા સીધી પ્યાલામાંથી પીવા કરતાં રકાબીમાં રેડી પીવી સુગમ પડે છે-કારણ કે રકાબીનો વિસ્તાર પ્યાલા કરતાં વધારે હોવાથી ચ્હાના પાણીનું ઝડપથી બાષ્પીભવન થાય છે. પરિણામે ચ્હા જલ્દીથી ઠંડી પડે છે.

(૪) ઉનાળાના દિવસોમાં રસ્તા ઉપર પાણી છાંટવાનો ઉદ્દેશ એ છે કે છંટકાવ કરેલું પાણી આસપાસની હવામાંથી જોઈતી ગરમી મેળવી બાષ્પ રૂપ બની ઊડી જાય અને હવા ઠંડી થાય.

(૫) તાવ આવ્યો હોય ત્યારે કપાળ ઉપર કોલનવોટરનું પોતું મૂકવાનું કારણ એ છે કે કોલન વોટરનું બાષ્પીભવન થાય અને માથાની ગરમી ઓછી થાય.

હવામાં રહેલો ભેજ (Water-vapour in air)

પૃથ્વીની સપાટી ઉપર આવેલા મહાસાગરો, સમુદ્રો, તળાવો, નદીઓ ઇત્યાદિ અનેક નાનાં મોટાં જળાશયો તથા વનસ્પતિમાંથી હરહંમેશ પાણીનું મોટા પ્રમાણમાં બાષ્પીભવન થવાથી વાતાવરણમાં પાણીની વરાળ અથવા ભેજ રહેલો હોય છે. જ્યારે અમુક ઉષ્ણુતામાને વાતાવરણમાં વધારેમાં વધારે ભેજ ભળેલો હોય છે ત્યારે હવા ભેજથી સંતૃપ્ત (saturated) થઈ કહેવાય છે. ઉષ્ણુતામાનના ઘટવાથી હવાની ભેજ સંગ્રાહકશક્તિ ઘટતી હોવાથી કેટલોક ભેજ ઠરી જઈ ઝાકળ, ધુમ્મસ ઇત્યાદિ અનેક રૂપે દૃષ્ટિ ગોચર થાય છે.

ઝાકળ (Dew):–સૂર્યાસ્ત પછી, પૃથ્વીની સપાટી દિવસ દરમ્યાન જે ગરમી મેળવે છે તે ગરમી અંશુ-પ્રસરણ (Radiation) ની ક્રિયા દ્વારા ધીરે ધીરે ગુમાવે છે; એટલે પૃથ્વીની સપાટીના સંબંધમાં રહેલી હવા ઠંડી પડે છે–પરિણામે હવાની ભેજ સંગ્રાહક

શક્તિ ઘટે છે અને થેાડેા ઘણેા ભેજ ઝાકળ રૂપે બહાર પડે છે.

ઝાકળ પડવા માટે નીચેની શરતેા આવશ્યક છેઃ–(૧) અંશુ-પ્રસરણ છૂટથી થઈ શકે એ માટે આકાશ સ્વચ્છ હેાવું જોઈએ એટલેકે વાદળાં ન હેાવા જોઈએ.

(૨) હવાનું ઉષ્ણતામાન ઝાકળ બિંદુ (Dew-point) સુધી નીચે જઈ શકે એ માટે રાત્રિ શાંત હેાવી જોઈએ એટલે કે પવનનું અસ્તિત્વ ન હેાવું જોઈએ.

ઝાકળ-બિંદુઃ–જે ઉષ્ણતામાને હવામાં રહેલેા ભેજ ઠરી ઝાકળ રૂપે દૃષ્ટિગેાચર થાય તે ઉષ્ણતામાનને ઝાકળ બિંદુ કહે છે.

ધુમ્મસઃ–વાતાવરણમાં ધૂળનાં રજકણેા સિવાય અનેક પ્રકારનાં અત્યંત બારિક રજકણેા ઉડતાં હેાય છે. તે રજકણેા પૈકી ઘણાંખરાં ભેજ-ગ્રાહક

હોવાથી વાતાવરણમાં રહેલ વરાળ પ્રત્યે ખૂબ આકર્ષણ ધરાવે છે. જ્યારે હવાનું ઉષ્ણતામાન ઝાકળ–બિંદુથી પણ નીચું ઉતરે છે ત્યારે એ રજકણો ઉપર વરાળ ઘનીભુત (condense) થઈ, બારિક જળબિંદુ રૂપે જામે છે. પરિણામે વાદળાંની જેમ હવામાં તરતું જે દૃશ્ય ઉપસ્થિત થાય છે તે ધુમ્મસને નામે ઓળખાય છે. જમીન ઉપરની ધુમ્મસને અંગ્રેજીમાં Fog કહે છે અને સમુદ્ર ઉપરની ધુમ્મસને અંગ્રેજીમાં Mist કહે છે.

વાદળાં (Clouds):– ગરમ ભેજવાળી હવા ઉંચે ચઢે છે અને વાતાવરણનાં ઉપલાં થરમાં ઓછા દબાણને લઈ વિસ્તાર પામે છે. પરિણામે તે ઠંડી બને છે અને તેની ભેજ સંગ્રાહક શક્તિ ઘટે છે એટલે હવામાંનો ભેજ ઘનીભુત થઈ પાણીનાં ઝીણા ઝીણાં ફોરાં રૂપે અર્થાત્ વાદળાં રૂપે દૃષ્ટિગોચર થાય છે. વાદળાં બંધાવા માટે મહત્વની શરત એ છે કે

પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરથી પાણીનું છૂટથી બાષ્પીભવન થતું જોઈએ.

વૃષ્ટિમાપક (Rain-gauge) એટલે વરસાદ માપવાનું સાધન એમાં એક ચોક્કસ વ્યાસ (diameter) ની ગરણી હોય છે. એ ગરણીને એક ધાતુના નળાકાર વાસણ ઉપર બંધબેસતી કરેલી હોય છે. નળાકારમાં એક સાંકડા મ્હોંનો કાચનો શીશો ગોઠવેલો હોય છે. આ સાધનને જ્યારે વરસાદ વરસતો હોય છે ત્યારે ખુલી જગ્યામાં મૂકવામાં આવે છે. જેથી વરસાદનું પાણી ગરણી વાટે સીસામાં એકઠું થાય છે. એકઠું થએલું પાણી ઇંચ તથા ઈંચના સોમાં ભાગમાં આંકેલ એક કાચના માપીઆ વાસણની મદદથી માપવામાં આવે છે અને એ રીતે વરસાદ ઇંચ તથા ઠોકડામાં દર્શાવી શકાય છે.

કૃત્રિમ ઠંડક (Artificial cold):—નીચે દર્શાવેલી રીતિએ કૃત્રિમ ઠંડક ઉત્પન્ન કરી ગરમ પદાર્થને ઠંડા બનાવી શકાય છે.

(૧) ઠંડા પદાર્થોનો સંસર્ગ. (૩) પ્રવાહીનું બાષ્પીભવન કરવાથી, (૩) બરફમાં મીઠું કે અન્ય દ્રવી શકે એવો ક્ષાર ભેળવી શીતજનક મિશ્રણ તૈયાર કરવાથી. (૩) વાયુરૂપી પદાર્થો ઉપર દબાણ ઘટાડી વાયુનું કદ એકાએક વધારવાથી.

બરફની બનાવટ (manufacture of ice):-

પ્રવાહી એમોનીઆ વાયુરૂપ બને છે ત્યારે તેની ગુપ્ત ગરમી અન્ય પ્રવાહીઓને મુકાબલે ઘણી વધારે હોવાથી, ખૂબ ગરમીનું શોષણ કરે છે એ સિદ્ધાંત ઉપર બરફ બનાવવામાં આવે છે.

બરફના કારખાનામાં મીઠાંના દ્રાવણથી ભરેલી એક ટાંકી હોય .છે. એ ટાંકીમાં શુદ્ધ પાણીથી સહેજ ઉણા ભરેલાં અનેક પીપો મૂકેલાં હોય છે. એ બધાં પીપો ફરતે એક પોલી નળી ગોઠવેલી હોય છે. એ નળીમાં પ્રવાહી એમોનીઆને ધીમે ધીમે દાખલ કરવામાં આવે છે. નળીમાં વધારે જગ્યા મળવાથી પ્રવાહી એમોનીઆ વાયુરૂપ બને

છે અને તેમાં તેને ખૂબ ગરમીની જરૂર પડે છે. એ ગરમી તે મીઠાંના દ્રાવણમાંથી મેળવે છે. પરિણામે મીઠાનું દ્રાવણ અત્યંત ઠંડુ બને છે અને દ્રાવણમાં મૂકેલાં પીપેા માંહેનું પાણી પણ ઠરી બરફ રૂપ બને છે. નળીમાંથી એમેાનીઆ વાયુને પંપ વડે ખેંચી લઈ, દબાવી, પ્રવાહી રૂપ બનાવી પુનઃ નળીમાં ધકેલવામાં આવે છે અને એવી રીતે એનેા એ એમેાનીઆ વારંવાર વપરાયા કરે છે.

ગરમીનેા સંચાર (Transference of heat):-

ગરમી એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ જાય તેને ગરમીનેા સંચાર કહે છે. ગરમીનેા સંચાર નીચેની ત્રણ રીતે થઈ શકે છે, (૧) ઉષ્ણુતાવહન, (૨) ઉષ્ણુતાનયન અને (૩) અંશુ-પ્રસરણ અથવા ઉષ્ણુતાગમન.

ઉષ્ણુતાવહન (conduction of heat):-

કેાઈ પણ ધાતુના સળીઆને ગમે તે છેડેથી ગરમ કરવામાં આવે તેા માલુમ પડે છે કે થેાડીક

મુદ્દત બાદ બીજો છેડો પણ ગરમ થાય છે. ધાતુનો જે છેડો જ્યોતના સંસર્ગમાં હોય છે ત્યાંનાં અણુઓ પ્રથમ ગરમ થાય છે, તે પડોશનાં અણુઓને ગરમ કરે છે અને એ રીતે અણુઓ દ્વારા ગરમી આગળ અને આગળ પ્રસરે છે. આ ક્રિયા કે **જેમાં અણુઓનું સ્થળાંતર થયાં વિના, અણુઓ મારફત ગરમી આગળ ને આગળ વહે છે તેને ઉષ્ણુતાવહન કહે છે.**

વિશેષે કરીને ઘન પદાર્થો ઉષ્ણુતાવહનની ક્રિયા દ્વારા ગરમ થાય છે. જૂદા જૂદા પદાર્થોની ગરમી વહન કરવાની શક્તિ અથવા વાહકતા (conductivity) જૂદી જૂદી હોય છે. જે પદાર્થોમાંથી ગરમીનું પ્રસરણ ઝડપથી થાય છે તે પદાર્થો ગરમીના સુવાહકો (Good conductors) કહેવાય છે દા. ત. ધાતુઓ.

જે પદાર્થોમાંથી ગરમીનું પ્રસરણ અત્યંત ધીરેથી અથવા તદ્દન નજીવું થાય છે તે પદાર્થો ગરમીના

મંદવાહકો (Bad or poor conductors) કહેવાય છે. દા. ત. કાચ, લાકડું, પાણી, વાયુઓ વગેરે.

નોંધઃ–ધાતુઓમાં ચાંદી સૌથી શ્રેષ્ટ વાહક છે. બીજે નંબરે તાંબુ આવે છે. પાણીની વાહકતા ચાંદી કરતાં ૧૨૦૦ ગણી ઓછી હોય છે અને હવાની વાહકતા પાણી કરતાં ૨૫ ગણી ઓછી હોય છે. આ ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પાણી અને હવા ગરમીના લગભગ અવાહકો છે.

મંદ વાહકોની ઉપયોગિતાઃ–(૧) બરફને પિગળતો અટકાવવા બરફ ઉપર લાકડાનું ભુસું ભભરાવવામાં આવે છે અગર તો ઊન કે કંતાનમાં લપેટવામાં આવે છે. (૨) શિયાળામાં ઠંડીથી બચવા માટે ઊનનાં કપડાં વપરાય છે–કારણકે ઊન ગરમીનું મંદવાહક હોવાથી શરીરની ગરમીને બહાર વહી જતાં અટકાવે છે. (૩) ગરમ વાસણ ઉંચકવું હોયતો કપડાંનો કુચો વપરાય છે. લુહાર કંદોઈ વગેરે લાકડાના હાથાવાળા ઓજાર વાપરે છે.

ડેવીનો અભય દીવો, (Davy's safety lamp)

એની રચના સામાન્ય તેલની મદદથી બળતા દીવા જેવી હોય છે. ફેરમાત્ર એટલોજ હોય છે કે સામાન્ય દીવામાં વપરાતી કાચની ચિમનીને બદલે એમાં ધાતુના તારની જાળીની ચિમની વપરાએલી હોય છે. કોલસાની ખાણોમાં એનો ખાસ ઉપયોગ થાય છે.

કોલસાની ખાણોમાં ક્વચિત્ સળગી ઉઠે એવો માર્શ ગેસ (marsh gas) નામનો વાયુ નીકળે છે. એ વાયુ ખાણમાં રહેતી હવા સાથે ભળી જઈ, ભયંકર ધડાકા સાથે સળગી ઊઠે એવું મિશ્રણ બનાવે છે. ડેવીના દીવાને બદલે અન્ય દીવો બળતો હોય તો તેની ગરમીને લીધે એ મિશ્રણ જ્વલન ઉષ્ણતામાન (Ignition temperature) જેટલું ગરમ થઈ પ્રચંડ ધડાકા સાથે સળગી ઉઠે છે. જેથી ખાણમાં કામ કરતાં અનેક મનુષ્યોના જાનની ખુવારી થાય છે. ડેવીનો દીવા વાપરવાથી, દીવાની

ધાતુના તારની જાળી, જલદ ઉષ્ણુતાવાહક હોવાથી જ્યોતની ગરમીને ઝડપથી વહન કરી જાય છે. પરિણામે સળગી ઉઠે એવા વાયુઓ જ્વલન ઉષ્ણુતા-માન સુધી ગરમ થઈ શકતાં નથી, પરંતુ તે વાયુઓ જાળી દ્વારા ચિમનીની અંદર પ્રવેશ કરી, ઝાંખી ભુરી જ્યોતથી તડતડ અવાજ કરતાં બળે છે. જેથી ખાણુમાં કામ કરતાં મનુષ્યો ચેતી જઈ, ખાણુ છોડી ચાલ્યાં જાય છે અને જ્યાં સુધી ધડાકો થઈ ખાણુમાં એકઠો થએલો માર્શ ગેશ દૂર ન થાય ત્યાં સુધી પાછાં ફરતાં નથી. આ કારણુથી એ દીવો માણુસ જાતની સલામતી સાચવતો હોવાથી અને સર હમ્ફ્રી ડેવીએ બનાવેલો હોવાથી તે ડેવીના અભય દીવા તરીકે ઓળખાય છે.

ઉષ્ણુતા નયન (convection of heat)

પ્રવાહીથી ભરેલાં વાસણુને નીચેથી ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે નીચેનું પ્રવાહી ગરમ થવાથી હલકું થઈ ઉપર જાય છે અને એનું સ્થાન

લેવા ઉપરનું ઠંડુ ભારે પ્રવાહી નીચે ઉતરે છે. આમ પ્રવાહીમાં બે પ્રકારનાં પ્રવાહો ઉદ્ભવે છે. આ ક્રિયા કે **જેમાં પ્રવાહીના અણુઓ જાતે સ્થળાંતર થઈ એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ગરમી પહોંચાડે છે તેને ઉષ્ણતા નયન** કહે છે. વાયુરૂપી પદાર્થો પણ એજ પ્રકારે ગરમ થાય છે. હવાની આવજા, પવન, સમુદ્ર લહરીઓ તથા જમીન લહરીઓ ઉપર દર્શાવેલ સિદ્ધાંત મુજબ કામ કરે છે.

અંશુ-પ્રસરણ (Radiation of heat)):—એ એવી ક્રિયા છે કે જેમાં ગરમી એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ સીધી "લીટીમાં કિરણો મારફતે પ્રસરે છે અને જે માધ્યમ (medium) માંથી એ કિરણો પસાર થાય છે તે માધ્યમ બીલકુલ ગરમ થતું નથી એટલે કે તેના ઉષ્ણતામાનમાં કશો ફરક પડતો નથી

સૂર્યની ગરમી પૃથ્વી ઉપર અંશુ પ્રસરણ દ્વારા પહોંચે છે. ગરમીના કિરણોનું પરાવર્તન, વક્રીભવન તથા શોષણ થાય છે.

રંગીન તથા સફેદ પદાર્થોની અંશુ-પ્રસરણ ઉપર થતી અસર :

રંગીન પદાર્થો ઉપર પડતાં ઘણાંખરાં ગરમીના કિરણોનું શોષણ થાય છે જ્યારે સફેદ પદાર્થો ઉપર પડતાં ઘણાં ખરાં કિરણો પાછા ફેંકાય છે એટલે કે પરાવર્તન પામે છે, અને બહુ જ જુજ કિરણો શોષાય છે. એ કારણથી ઉનાળામાં રંગીન કપડાં પહેરવાથી વધારે ઉકળાટ લાગે છે અને સફેદ કપડાં પહેરવાથી રાહત રહે છે.

લીસી તથા ખરબચડી સપાટીની અંશુ પ્રસરણ ઉપર થતી અસર :

લીસી તથા ચકચકિત સપાટી ઉપર પડતાં ગરમીનાં કિરણો પૈકી ઘણાંખરાં પરાવર્તન પામી પાછા ફેંકાય છે જ્યારે ખરબચડી સપાટી ઉપર પડતાં ગરમીના ઘણાંખરાં કિરણોનું શોષણ થાય છે. એથી રાંધવાનાં વાસણો ખરબચડી સપાટીવાળાં હોવાં જોઈએ અને ગરમી ટકાવી રાખવા માટે વપરાતાં

વાસણોની સપાટી જેમ બને તેમ લીસી અને ચકચકિત હોવી જોઈએ.

થર્મોસ અથવા શુન્ય શીશી (Thermos or vacuum flask):—આ શીશીમાં શૂન્ય (ખાલી જગ્યા) રાખવામાં આવ્યું હોય છે. એમાં ગરમ કે ઠંડી વસ્તુ ૨૪ કલાક સુધી એની એ સ્થિતિમાં કાયમ રહી શકે છે. સામાન્ય શીશી કરતાં આ શીશીની વિશિષ્ટતા એ છે કે તે બેવડી દિવાલ વાળી હોય છે અને એ બે દિવાલ વચ્ચેની જગ્યામાંથી હવા શોષી લેવામાં આવી હોય છે. ઉપરાંત અંદરની દિવાલની બહારની બાજુએ તથા બહારની દિવાલની અંદરની બાજુએ ચાંદીનો ઢોળ ચઢાવી, એ બાજુઓ ખૂબજ ચકચકિત કરવામાં આવી હોય છે. આ શીશીને ધાતુના ઘર (cover) માં રાખેલી હોય છે અને શીશી તથા ધાતુના ઘર વચ્ચે ઉષ્ણુતાના મંદવાહકો ભરવામાં આવ્યાં હોય છે.

કાર્ય :— જ્યારે આ શીશીમાં ગરમ પ્રવાહી ભરી,

શીને ખૂચવતી બંધ કરી રાખી મૂકવામાં આવે
ત્યારે દિવાલો ચકચકિત હોવાથી અંશુપ્રસરણ
.ા એ ગરમ પ્રવાહીની ગરમી ઓછી થતી નથી.
રાંત બે દિવાલો વચ્ચે શૂન્ય હોવાથી તથા શીશી
ને ધાતુના ઘર વચ્ચે મંદ ઉષ્ણુતાવાહકો ભર્યા
ાથી, ઉષ્ણુતાવહન કે ઉષ્ણુતાનયન દ્વારા પણ
.ાહીની ગરમી કમી થતી નથી. પરિણામે ગરમ
તુ જે સામાન્ય શીશીમાં ટુંક મુદતમાં ઠંડી પડી
ર છે તેમ આ શીશીમાં બનતું નથી.

ગરમી વિષેની માન્યતા.

પહેલાના જમાનામાં એવી માન્યતા પ્રચલિત
l કે ગરમી એક અદશ્ય અને બીલકુલ વજન
ાનો 'કેલોરીક' નામનો વાયુ છે. એ વાયુના
મલ થવાથી કે દૂર થવાથી પદાર્થ ગરમ કે ઠંડો
ર છે. આ માન્યતા છેક અઢારમી સદી સુધી
ાલિત રહી. ત્યાર બાર કાઉન્ટ રમ્ફોર્ડ, હમ્ફ્રી ડેવી,
મેયર અને જુલ નામના વિજ્ઞાનીઓએ અનેક

પ્રયોગો દ્વારા સાબિત કર્યું કે ઘર્ષણ અથવા યાંત્રિક કાર્ય કરવાથી ગરમી પેદા થાય છે. દા. ત (૧) હથેળી ઘસવાથી હથેળી ગરમ થાય છે. (૨) ચકમક અને લોખંડના ઘસારાથી ગરમી પેદા થઈ તણખો ઉત્પન્ન થાય છે, (૩) એરણ ઉપર હથોડો ટીપવાથી ગરમી પેદા થાય છે, (૪) બરફના ચોસલા ઘસવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે અને બરફ પિગળી જાય છે, વગેરે વગેરે.

ઉપરના ઉદાહરણોમાં યાંત્રિક કામ કરવામાં વપરાતી શક્તિનું રૂપાંતર ગરમીમાં થતું હોવાથી ગરમી એક શક્તિ–સ્વરૂપ છે અને તે પદાર્થોમાં રહેલાં અણુઓની કંપમય ગતિને આભારી છે એવી માન્યતા હાલના જમાનામાં પ્રચલિત થઈ છે.

ગરમી અને યાંત્રિક કાર્ય (Heat & mechanical work)

જૂલ નામના વિજ્ઞાનીએ અનેક પ્રયોગો કરી ગરમી અને યાંત્રિક કાર્ય વચ્ચે શો ચોક્કસ સંબંધ

રહેલો છે અર્થાત્ અમુક કાર્ય કરવાથી કેટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તે નક્કી કરી નીચેનો નિયમ શોધી કાઢ્યોઃ-

"એક કેલરી ગરમી ઉત્પન્ન કરવા માટે ૪૨૦૦૦૦૦૦ (૪.૨×૧૦^૭) અર્ગ અથવા ૪.૨ જુલ જેટલું કાર્ય કરવું પડે છે." ઉપરના જુલનો નિયમ **ગરમીના સમતુલ્ય કાર્ય** (mechanical equivalent of heat) ના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે.

સૂત્ર :- $\frac{\text{કાર્ય}}{\text{ગરમી}}$ = નિયત સંખ્યા (j)

ઉષ્ણતાયંત્ર અથવા એન્જીન (Heat-engine) જેવી રીતે યાંત્રિક કાર્ય કરવાથી ગરમી પેદા થાય છે તેવી રીતે જે યોજના વડે ગરમીથી યાંત્રિક કાર્ય અથવા ગતિ પેદા કરી શકાય તેને ઉષ્ણતાયંત્ર કહે છે.

ઉષ્ણુતાયંત્ર

- વરાળયંત્ર
- તેલ અને પેટ્રોલ યંત્ર

વરાળયંત્રમાં પાણીને બહારથી ગરમ કરી વરાળ બનાવવામાં આવે છે એટલે એ જાતના યંત્રમાં દહન કાર્ય બહાર થાય છે. જ્યારે તેલ કે પેટ્રોલની મદદથી ચાલતાં યંત્રોમાં દહન કાર્ય એન્જીનની અંદર થાય છે એથી એ યંત્રો આંતરદહન યંત્રો (Internel combustion engines) તરીકે ઓળખાય છે.

વરાળ યંત્ર (Steam–engine):–આગગાડી તથા મીલોમાં આ જાતનાં યંત્રોની વપરાશ જગજાહેર છે.

યંત્રના મુખ્ય ભાગો:–(૧) બોયલર (Boiler), (૨) વરાળ-પેટી, (૩) નળાકાર પોલાદનું ભુંગળું (cylinder,) (૪) ભુંગળામાં ચૂસ્ત રીતે સરકતો દટ્ટો

Piston, (૫) દટ્ટાને જોડેલો સળીઓ, (૬) સાંધનારો દંડ, (૭) ક્રેન્ક શેફ્ટ crank-shaft, (૮) ક્રેન્ક, (૯) ગતિપાલક ચક્ર Fly wheel, (૧૦) અપકેન્દ્ર Eccentric, (૧૧) અપકેન્દ્ર-દંડ, (૧૨) ડી-વાલ્વ, (૧૩) રક્ષક-વાલ્વ Safety-valve, (૧૪) નિયામક Governor, (૧૫) નિર્ગમન નલિકા Exhaust-pipe (વપરાએલી વરાળને બહાર કાઢવા માટેની નળી વગેરે વગેરે).

કાર્યઃ-પ્રથમ બોયલરમાં પાણીના ગરમ થવાથી ઉત્પન્ન થએલી વરાળ ખૂબ દબાણથી એક નળીવાટે વરાળ પેટીમાં દાખલ થાય છે. આ પેટીમાં ડી-વાલ્વ આવેલો હોય છે; ઉપરાંત તેની જમણી તથા ડાબી બાજુએ એકેક દ્વાર (Port) આવેલું હોય છે. ડી-વાલ્વના સરકવાથી વારાફરતી એકેક દ્વાર ખુલ્લું થાય એવી ગોઠવણ હોય છે. પરિણામે જે દ્વાર ખુલ્લું થયું હોય તે દ્વારમાંથી વરાળપેટીમાં એકઠી

ાસી વરાળ ભુંગળામાં દાખલ થાય છે (બીજું નિર્ગમન નલિકા સાથે સંબંધમાં રહે છે) ધારો વરાળ જમણા દ્વાર વાટે ભુંગળામાં પ્રવેશે છે. ી ભુંગળામાં સરકતા દટ્ટા ઉપર વરાળનું દબાણ ા છે પરિણામે દટ્ટો જમણી બાજુથી ડાબી બાજુ ફ ધકેલાય છે અને દટ્ટાનો સળીઓ તથા સાંધ- ા દંડ પણ એજ માર્ગ ગ્રહણ કરે છે. છેવટે ગોળ ગોળ ફરે છે. ક્રેન્કની ગતિથી ક્રેન્ક સાથે ાએલાં ગતિપાલક ચક્ર તથા અપકેન્દ્ર પણ ગોળ ા ફરે છે. અપકેન્દ્રની ગતિને લીધે અપકેન્દ્ર-દંડ ા તેની સાથે જોડાએલો ડી-વાલ્વ ડાબી બાજુથી ાણી બાજુ તરફ ધકેલાય છે. પરિણામે વરાળ-માંનું જમણું દ્વાર બંધ થઈ ડાબું દ્વાર ખુલ્લું છે. જેથી વરાળ ડાબી બાજુના દ્વાર વાટે ાળામાં દાખલ થાય છે. પરિણામે દટ્ટો, દટ્ટાનો ાઓ, સાંધનારો દંડ જમણી બાજુ ગતિ કરે અને ક્રેન્ક, ગતિપાલક ચક્ર તથા અપકેન્દ્ર ગોળ

ગોળ ફરે છે જેથી અપકેન્દ્ર-દંડ અને ડી-વાલ્વ ડાબી બાજુ પાછા હઠી, ડાબી બાજુનું દ્વાર બંધ કરે છે. આમ અવિરત થયાં કરે છે અને એન્જીન ચાલે છે.

નોંધઃ-દટ્ટા તથા દટ્ટાના સળીઆની રેખિક ગતિ (Linear motion)નું ક્રેન્ક શેફ્ટ દ્વારા ક્રેન્કની ચક્રાકાર ગતિ (circular motion) માં રૂપાંતર થાય છે.

ગતિપાલક ચક્ર (Fly wheel):-જ્યારે દટ્ટો, ભુંગળાને છેક છેડે આવી જાય છે ત્યારે યંત્ર ક્ષણ વાર માટે અટકી જાય છે પરંતુ ગતિપાલક ચક્રમાં ખૂબજ શક્તિ સંચય થયેા હોવાથી એન્જીનની ગતિ ચાલુ રહે છે.

ડી. વાલ્વનું કાર્યઃ-વરાળપેટીમાં આવેલાં બે દ્વાર પૈકી એકને વારાફરતું બંધ કરી, વરાળને જમણા અથવા ડાબા દ્વાર વાટે પસાર થવા દે છે.

રક્ષક-વાલ્વ (Safety-valve):–બોયલરમાં વરાળનું દબાણ એકાએક ખૂબજ વધી જાય તો બોયલર ફાટી જવા સંભવ છે; પરંતુ દબાણ અમુક હદ કરતાં વધે છે કે તુરતજ રક્ષક વાલ્વ આપોઆપ ખુલી જઈ, થોડી ઘણી વરાળ બહાર ધકેલે છે. પરિણામે વરાળનું દબાણ ઘટી–બોયલરને નુકશાન થતું નથી.

આંતર દહન એન્જીન:-દા. ત. પેટ્રોલ એન્જીન આ જાતનું એન્જીન મોટર ગાડીઓમાં તથા એરો-પ્લેનમાં વપરાય છે.

મુખ્ય ભાગો : (૧) પેટ્રોલની ટાંકી, (૨) પેટ્રોલની નળી, (૩) કાબ્યુરેટર, (૪) ભુંગળું cyl-inder (૫) દટ્ટો અને દટ્ટાનો હાથો, (૬) વિજળીના તણખા ઉત્પન્ન કરનાર મેગ્નેટો–યંત્ર (૭) પેટ્રોલ તથા હવાનું મિશ્રણ ભુંગળામાં દાખલ કરવા માટે ભુંગળાની અંદર ખુલતો વાલ્વ, (૮) વપરાએલું

મિશ્રણ બહાર કાઢવા માટેનો એકઝોસ્ટ વાલ્વ, (૯
રેડીએટર, (૧૦) પાણીની ટાંકી, (૧૧) ક્રેન્ક શેફ્ટ
(૧૨) ગતિપાલક ચક્ર વગેરે વગેરે.

કાર્ય :-પ્રથમ ટાંકીમાંથી પેટ્રોલ એક નળી વાં
કાર્બ્યુરેટરમાં દાખલ થાય છે. જ્યાં પેટ્રોલ વાયુરૂ
બને છે અને હવા સાથે મિશ્ર થાય છે. પેટ્રોલ અં
હવાનું મિશ્રણ અંદર ખુલતા વાલ્વ વાટે ભુંગળામ
દાખલ થાય છે એટલે મેગ્નેટો-યંત્રમાંથી તણખે
ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે-પરિણામે પેટ્રોલ મિશ્રિ
હવા સળગી ઉઠી-ખૂબ વિસ્તાર પામે છે અં
ભુંગળામાં રહેલા દટ્ટાને નીચેની બાજુ ધકેલે છે
જેથી ક્રેન્ક ગોળ ગોળ ફરે છે અને યંત્ર ચાલુ થા
છે. મિશ્રણના સળગવાથી ઉત્પન્ન થએલાં વાયુએ
એકઝોસ્ટ વાલ્વ મારફતે બહાર નિકાલવામાં આ
છે એટલે દટ્ટો પોતાના અસલ સ્થાન ઉપર આ
છે. મિશ્રણના સળગવાથી એન્જીન ખૂબ ગરમ થા

નુકશાન ન થાય એ માટે મોટરગાડીના આગળના ભાગમાં ગોઠવેલ રેડીએટરમાં હવાના ફરવાથી ઠંડું બનેલું પાણી એન્જીનની આસપાસ ગોઠવેલી પાણીની ટાંકીમાં ફરતું રહી એન્જીનને ઠંડું રાખે છે.

પ્રકાશ (Light)

પ્રકાશ એ ગરમીની જેમ તેજોમય શક્તિ (radient energy) નું સ્વરૂપ છે જે અવકાશ અથવા ઇથરમાં તરંગ રૂપે ફેલાય છે. જેવી રીતે સ્પર્શેન્દ્રિય દ્વારા ગરમીનું ભાન થાય છે તેવી રીતે ચક્ષુરેન્દ્રિય દ્વારા પ્રકાશનું ભાન થાય છે. પ્રકાશના તરંગો ઇથરમાં ૧ સેકન્ડમાં ૧૮૬૦૦૦ માઇલ જેટલી પ્રચંડ ઝડપથી સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે. સૂર્ય પૃથ્વીથી લગભગ ૯૩૦,૦૦૦,૦૦ માઇલ જેટલો દૂર છે છતાં પૃથ્વી ઉપર તેનો પ્રકાશ માત્ર ૭½ મીનીટમાં પહોંચે છે તે પ્રકાશની પ્રચંડ ઝડપને આભારી છે.

જે વસ્તુ પ્રકાશ આપે છે તે પ્રકાશિત (Luminous) વસ્તુ કહેવાય છે અને જે વસ્તુ પ્રકાશ આપતી નથી તે અપ્રકાશિત (non-luminous) વસ્તુ કહેવાય છે. પ્રકાશિત વસ્તુમાં જે વસ્તુ જાતે પ્રકાશ આપે તે સ્વ-પ્રકાશિત (Self-luminous) અને જે પરાયો પ્રકાશ પાછો ફેંકી આપતી હોય તે પર-પ્રકાશિત વસ્તુ કહેવાય છે. દા. ત. ચંદ્ર-ગ્રહો વગેરે.

પારદર્શક અપારદર્શક અને અર્ધપાર દર્શક પદાર્થો.

(૧) જે પદાર્થો પ્રકાશના કિરણોને પોતાની આરપાર જવા દે છે અને જેમની પાછળ રહેલી વસ્તુઓ સ્પષ્ટપણે જોઇ શકાય છે તે પારદર્શક (Transparent) પદાર્થો કહેવાય છે. દા. ત. કાચ, પાણી વગેરે.

(૨) જે પદાર્થો પ્રકાશના કિરણોને પોતાની

આરપાર જવાદેતાં નથી અને જેમની પાછળ રહેલી વસ્તુઓ દેખી શકાતી નથી તે અપારદર્શક (Opaque) પદાર્થો કહેવાય છે. દા. ત. લાકડું, પત્થર, ધાતુઓ, વગેરે.

(૩) જે પદાર્થો પ્રકાશના કિરણોને થોડાંઘણાં પ્રમાણમાં પોતાની આરપાર જવા દે છે; પરંતુ જેમની પાછળ રહેલી વસ્તુઓ દેખી શકાતી નથી તે અર્ધપારદર્શક (Translucent) પદાર્થો કહે-વાય છે. દા. ત. દુધીઓ કાચ, વરખનું પાનું, ઉંડું પાણી વગેરે.

પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે

(Light travels in st. lines)

સાબીતી-(૧) બે સરખાં માપનાં પુંઠા (Card Board) લો. દરેકની મધ્યમાં એકેક ઝીણો છેદ પાડો અને બન્ને છેદ એકજ સીધી લીટીમાં રહે એ રીતે પુંઠાને ઉભા ગોઠવો. ત્યારબાદ એક પુંઠાની

પાછળ સળગતી મીણબત્તી મૂકો અને બીજા પુંઠાના છેદમાંથી નજર કરી જુઓ તો માલમ પડશે કે મીણબત્તીની જ્યોતનો અમુક ભાગ દેખાશે. ત્યાર-બાદ એકાદ પુંઠાને બાજુએ ખસેડી–છેદમાંથી નજર કરી જોશો તો મીણબત્તીની જ્યોત દેખાતી બંધ થશે. આ પ્રયોગ ઉપરથી સમજાય છે કે મીણબ-ત્તીની જ્યોત, બન્ને છેદ અને જોનારની આંખ એકજ સીધી લીટીમાં હોય છે ત્યારેજ જ્યોત દેખી શકાય છે–એથી પુરવાર થાય છે કે પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે.

સાબીતી (૨) પીન–હોલ કેમેરાના સાધનદ્વારા પણ પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે તેની પ્રતીતિ થઈ શકે છે.

એક જાડા પુંઠામાંથી કે પતરામાંથી એક બીજામાં બંધ બેસતી આવે એવી બે નાની મોટી

ભુંગળીઓ બનાવી-મોટી ભુંગળીને છેડે ટાંકણીની અણી જેવડું બારિક છિદ્ર પાડી-નાની ભુંગળીને છેડે દૂધીઓ કાચ ગોઠવી અંગ્રેજીમાં Pin-hole-cameraના નામથી ઓળખાતું સાધન તૈયાર કરો. આ સાધનને કોઇ વસ્તુ સામે ધરી રાખી જોવામાં આવે છે તો દુધીઆ કાચના પડદા ઉપર તે વસ્તુની ઉંધી આકૃતિ દેખાય છે. જો પ્રકાશનાં કિરણો સીધી લીટીમાં ગતિ કરતાં હોય તોજ આમ બનવા પામે છે.

સાબીતી (૩):—અંધારા ઓરડામાં છાપરાની કે બારી બારણાંની તડમાંથી આવતો પ્રકાશ સીધી લીટીમાં દેખાય છે. પ્રકાશના કિરણો ખરી રીતે અદૃશ્ય હોય છે પરંતુ ઓરડામાં ઊડતાં અનેક બારિક ધૂળનાં રજકણો ઉપર પ્રકાશ પડતો હોવાથી તે રજકણો પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે અને ખરી રીતે આપણે પાછો ફેંકાએલો પ્રકાશ જોઇએ છીએ.

પડછાયો (shadow):—પ્રકાશનાં માર્ગમાં

જ્યારે કોઈ અપારદર્શક વસ્તુ આડે આવે છે ત્યારે ઉપર પડતાં કિરણો આગળ ન વધતાં અટકી જાય છે—પરિણામે તે વસ્તુની પાછળનો ભાગ પ્રકાશ-રહિત એટલે કે અંધકારમય બને છે. આ પ્રકાશ રહિત ભાગને આડે આવનાર વસ્તુનો પડછાયો કહે છે.

પડછાયાના આકાર તથા કદનો આધાર પ્રકાશ આપતી વસ્તુ તથા આડે આવનાર વસ્તુના કદ ઉપર અવલંબે છે.

(૧) જો પ્રકાશ આપનાર વસ્તુ બિંદુ જેટલી નાની હોય અને આડે આવનાર વસ્તુ મોટી હોય તો તેનો પડછાયો એક સરખો ગાઢો એટલે કે સંપૂર્ણ કાળો દેખાય છે અને તેને પૂર્ણ છાયા અથવા ખગ્રાસ (Umbra) કહે છે.

(૨) જો પ્રકાશ આપનાર વસ્તુ આડે આવતી વસ્તુ કરતાં મોટી હોય તો તેના પડછાયાનો વચ્ચેનો

ભાગ સંપૂર્ણ કાળો અને આજુબાજુનો ભાગ ઝાંખો કાળો દેખાય છે. વચ્ચેનો કાળો ભાગ પૂર્ણ છાયા અને ઝાંખો ભાગ ખંડછાયા અથવા અર્ધપ્રકાસ (Pneumbra) કહેવાય છે.

નોંધઃ—ચંદ્ર ગ્રહણ વખતે જ્યારે ચંદ્ર પૃથ્વીની પૂર્ણ છાયામાં આવે છે ત્યારે દેખાતો બંધ થાય છે. પરંતુ ખંડછાયામાં આવે છે ત્યારે સાધારણ ઝાંખો દેખાય છે.

પ્રકાશનું પરાવર્તન (Reflection of light)

જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ કોઇ અપારદર્શક વસ્તુ સાથે અથડાય છે ત્યારે તે કિરણ આગળ ન જતાં તે વસ્તુ ઉપરથી પાછું ફેંકાય છે; કિરણની પાછા ફેંકાવાની ક્રિયાને પરાવર્તન કહે છે.

પરાવર્તન--(૧) નિયમિત અને (૨) અનિયમિત એમ બે પ્રકારે થાય છે. લીસી અને ચળકતી સપાટી ઉપરથી નિયમિત પરાવર્તન થાય છે જ્યારે ખરબચડી

સપાટી ઉપરથી અનિયમિત પરાવર્તન અથવા પ્રકાશનું પરિભવન (Diffusion) થાય છે.

નોંધ:—પ્રકાશનું પરિભવન થવાથી વસ્તુઓ દેખી શકાય છે. જે વસ્તુઓમાંથી પ્રકાશનું પરિભવન ન થતાં શોષણ થાય છે તે વસ્તુઓ દેખી શકાતી નથી તેથી તેમનો રંગ કાળો લાગે છે.

નિયમિત પરાવર્તનના નિયમો

(Laws of reflection)

(૧) આપાત કિરણ, લંબ અને પરાવર્ત કિરણ એ ત્રણે એકજ સપાટી ઉપર રહેલાં હોય છે. આ. કિરણ અને પરાવર્ત કિરણ લંબ લીટીની સામસામી બાજુએ રહેલાં હોય છે.

(૨) આપાત કોણ અને પરાવર્તન કોણ હમેશાં સરખાં હોય છે.

આપાત કિરણ (Incident ray):—એટલે પ્રકાશિત વસ્તુમાંથી નિકળી અરીસા કે અરીસા જેવી લીસી અપાર દર્શક સપાટી પર પડતું કિરણ.

પરાવર્ત કિરણ (Reflected ray):—એટલે આપાત બિંદુમાંથી પાછું ફેંકાએલું કિરણ.

લંબ (Normal):—એટલે આપાત બિંદુમાંથી પરાવર્તક સપાટી ઉપર દોરેલી લંબ perpendicular લીટી.

આપાત કોણ (Angle of incidence) એટલે આપાત કિરણ અને લંબ વચ્ચેનો ખુણો.

પરાવર્તન કોણ (Angle of reflection) એટલે પરાવર્ત કિરણ અને લંબ વચ્ચેનો ખુણો.

પ્રતિબિંબ અથવા પ્રતિમા (Image)—એક બિંદુ કે વસ્તુમાંથી નીકળતાં પ્રકાશ કિરણો-પરાવર્તન પામી કે વક્ર થઈ-- જે બિંદુ કે જગ્યાએ એકત્ર થાય છે અથવા એકત્ર થતાં હોય એમ લાગે છે તે બિંદુ કે જગ્યાને પહેલા બિંદુ કે વસ્તુનું પ્રતિબિંબ કહે છે.

પ્રતિબિંબના પ્રકાર (Kinds of images)

(૧) પરાવર્તન પામેલાં કે વક્ર થએલાં કિરણો ખરેખર મળી જઈ જે પ્રતિબિંબ ઉપજાવે છે તે વાસ્તવિક (Real) પ્રતિબિંબ કહેવાય છે. વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ પડદા ઉપર ઝીલી શકાય છે.

(૨) પરાવર્તન પામેલાં કે વક્ર થએલાં કિરણો ખરેખર મળી ન જતાં મળતાં હોય એમ લાગે અને જે પ્રતિબિંબ ઉપજાવે તે અવાસ્તવિક અ.વા આભાસી (virtual) પ્રતિબિંબ કહેવાય છે. આ પ્રતિબિંબ પડદા ઉપર કદાપિ ઝીલી શકાતું નથી;

સપાટ (Plane) અરીસામાં દેખાતી પ્રતિમાનો

પ્રકાર, સ્થાન, તથા કદ

(૧) પ્રતિમા અવાસ્તવિક અને સુલટી (Erect) અર્થાત્ ઉભી હોય છે. પરંતુ તેની બાજુઓનો ક્રમ વસ્તુની બાજુના ક્રમથી ઉલટો હોય છે એટલે કે વસ્તુની જમણી બાજુ પ્રતિમાની ડાબી અને વસ્તુની ડાબી બાજુ પ્રતિમાની જમણી બાજુ દેખાય છે.

(૨) પ્રતિમાનું કદ વસ્તુના કદ જેવડું હોય છે.

(૩) પ્રતિમાનું અંતર વસ્તુના અંતર જેટલું હોય છે એટલે કે જેટલે દૂર વસ્તુ અરીસાની આગળ ગોઠવેલી હોય છે તેટલેજ દૂર તે વસ્તુની પ્રતિમા અરીસાની અંદર અર્થાત્ પાછળ દેખાય છે.

અનેક પ્રતિબિંબો (multiple images) જ્યારે બે સપાટ અરીસા વચ્ચે અમુક ખુણો બનાવી તેમને ગોઠવવામાં આવે છે કે સમાંતર મૂકવામાં આવે છે ત્યારે તેમની વચ્ચે મૂકેલી વસ્તુમાંથી નિકળતાં પ્રકાશ કિરણો વારંવાર પરાવર્તન પામે છે અને એકજ વસ્તુનાં અનેક પ્રતિબિંબો ઉપજાવે છે. જેમ જેમ બે અરીસા વચ્ચેનો ખુણો સાંકડો કરવામાં આવે છે તેમ તેમ પ્રતિબિંબની સંખ્યામાં ઉત્તરોત્તર વધારો થાય છે. સમાંતર અરીસામાં અસંખ્ય પ્રતિબિંબોની એક લાંબી હારમાળા બન્ને અરીસામાં દેખાય છે.

પ્રતિબિંબની સંખ્યા શોધી કાઢવા માટે નીચેનું સૂત્ર વપરાય છે.

સૂત્ર:- પ્રતિબિંબની સંખ્યા= $\frac{360}{\text{અ}}$ −૧ (અ=અરીસા વચ્ચેનો ખુણો)

બાહુરૂપદર્શક (Kaleidoscope):–એ એક જાતનું રમકડું છે. એમાં એક પોલી ભુંગળીમાં ત્રણ સાદા અરીસાની પટીઓ ૬૦°ના ખુણે એક બીજીને કિનારીએ અડકતી ગોઠવેલી હોય છે. ભુંગળીનો એક છેડો દુધીઆ કાચના તકતી વડે બંધ કરી, તેના ઉપર જુદા જુદા રંગીત કાચના ટુકડાઓ મુકી તેની ઉપર બીજી કાચની તકતી ગોઠવેલી હોય છે. ભુંગળીનો બીજો છેડો બંધ કરી તેમાં એક નાનું કાણું રાખેલું હોય છે.

કાર્ય:–ભુંગળીને પ્રકાશ સામે ધરી રાખી, કાણાં વાટે જોવામાં આવે છે ત્યારે દરેક રંગીત કાચના ટુકડાની પાંચ પાંચ પ્રતિમા પડતી હોવાથી સુંદર

આકૃતિ દેખાય છે. ભુંગળીને ગોળ ગોળ ફેરવવાથી કાચના ટુકડાનું સ્થાન બદલાતું જાય છે જેથી દરેક વખતે નવી નવી સુંદર કલામય આકૃતિઓ દેખાય છે અને જોવાની ખૂબ રમુજ પડે છે. આમાં અનેક પ્રતિબિંબનો સિદ્ધાંત રહેલો છે અને કલારસિકો જેવા કે સ્થપતિઓ, ચિત્રકારો વગેરે નવી નવી આકૃતિઓ જોવામાં તેનો ખાસ ઉપયોગ કરે છે.

પરિદર્શક (Periscope) આ સાધન જળ ડુબી નૌકા (Submarine) માં ખાસ કરીને વપરાય છે. એની મદદથી સબમરીનની અંદર રહેલાં મનુષ્યો-સમુદ્ર સપાટી પર તરતાં વહાણો કે આગ-બોટો જોઈ શકે છે એથી પરિદર્શક સબમરીનની આંખ કહેવાય છે.

રચનાઃ-સાદા પરિદર્શકમાં મુખ્યત્વે કરીને બે સાદા અરીસા અથવા બે કાટખુણીઆ ત્રિપાર્શ્વ કાચ વપરાયા હોય છે. એ અરીસા કે ત્રિપાર્શ્વ

આશરે ૩૦ ફુટ લાંબી કાંસાની નળીમાં એક ટોચ પાસે અને બીજો નળીને તળીએ એમ ગોઠવેલા હોય છે. અરીસા વપરાયા હોય તો ૪૫°ના ખુણે ગોઠવવામાં આવે છે. નળીની ટોચે એક કાચની બારી રાખેલી હોય છે.

કાર્યઃ—સમુદ્ર ઉપર તરતાં વહાણો કે આગબોટોમાંથી આવતાં પ્રકાશ કિરણો કાચની બારી વાટે પ્રવેશ કરી, નળીની ટોચે ગોઠવેલા અરીસા ઉપર પડે છે. જેથી તે કિરણોનું પરાવર્તન થાય છે એ પરાવૃત કિરણો નીચેના અરીસા ઉપર પડે છે એટલે વળી પાછાં પરાવર્તન પામે છે; પરિણામે નીચેના અરીસા સામે ઉભેલો મનુષ્ય તરતાં વહાણોની પ્રતિમા જોઈ શકે છે.

સિદ્ધાંતઃ—આ સાધન મુખ્યત્વે કરીને પરાવર્તનના સિદ્ધાન્ત મુજબ કામ કરે છે.

નોંધઃ—સબમરીનની અંદર વપરાતાં પરિદર્શકમાં

અરીસા કે ત્રિપાર્શ્વ કાચ વચ્ચેની જગ્યામાં આંતરે આંતરે લેન્સ ગોઠવેલાં હોય છે.

વક્ર અથવા ગોળ આરસા (Curved or spherical mirrors) વક્ર આરસા એટલે વાંકી સપાટીવાળા આરસા. વક્ર આરસા ગોળા કે ભુંગળા ના ખંડ જેવા બનાવવામાં આવે છે. તેમના મુખ્ય બે પ્રકાર છે.

(૧) **અંતર્ગોળ આરસા** (concave mirrors):-એટલે જે વક્ર આરસાની પરાવર્તક સપાટી વચમાં ખાડાવાળી હોય તે.

(૨) **બાહ્યગોળ આરસા** (convex mirrors):-એટલે જે વક્ર આરસાની પરાવર્તક સપાટી વચમાંથી ઉપસેલી હોય તે.

નવા શબ્દો (New terms):-

(૧) **વક્રતા કેન્દ્ર** (centre of curvature):-એટલે જે ગોળ આરસામાંથી અંતર્ગોળ કે બાહ્ય-

ગેાળ આરસેા કાપી કાઢવામાં આવ્યો હેાય અર્થાત્ જે ગેાળ આરસાનેા અંતર્ગોળ કે બાહ્યગેાળ આરસેા માત્ર એક ભાગ હેાય તે ગેાળ આરસાનું મધ્યબિંદુ.

(૨) **ध्रुव** (Pole) એટલે અંતર્ગોળ કે બાહ્ય ગેાળ આરસાનું મધ્યબિંદુ.

(૩) **મુખ્યધરી** (Principal axis):–એટલે વક્રતાકેન્દ્ર અને ધ્રુવમાંથી પસાર થતી સીધી લીટી.

(૪) **ગૌણધરી** (Secondary axis) એટલે વક્રતાકેન્દ્ર અને ધ્રુવ સિવાય આરસા ઉપરના કાઈ પણ બિંદુમાંથી પસાર થતી સીધી લીટી.

(૫) **વક્રતા ત્રિજ્યા** (Radius of curvature):–એટલે વક્રતાકેન્દ્ર અને આરસાની સપાટી સુધીની લીટી.

(૬) **વ્યાસ** (diameter):–આરસાના બે છેડાઓ જોડનારી ધ્રુવ ઉપરથી પસાર થતી લીટી.

(૭) **મુખ્ય કેન્દ્ર** (Principal focus):–એટલે

દૂરની વસ્તુમાંથી મુખ્ય ધરીને સમાંતર આવતાં કિરણો-આરસાની સપાટીએથી પરાવર્તન પામી-મુખ્ય ધરી ઉપર આવેલ જે બિંદુએ એકત્ર થાય અથવા થતાં હોય એમ લાગે તે બિંદુ.

(૮) કેન્દ્ર લંબાઈ (Focal length) એટલે મુખ્ય કેન્દ્ર અને ધ્રુવ વચ્ચેનું અંતર.

અંતર્ગોળ આરસાની કેન્દ્રલંબાઇ નક્કી કરવી.

પ્રયોગઃ-અંતર્ગોળ આરસાને લાકડાના ચોકઠામાં ગોઠવી સૂર્ય કે બહુજ દૂરની વસ્તુ સામે મૂકો. તેની સામે એક સફેદ કાગળનો પડદો રાખી, પડદાને આગળ પાછળ હઠાવી, પડદા ઉપર સૂર્યનું કે દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ પાડો. એ પ્રતિબિંબ બરાબર આરસાના મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર પડશે. પડદા અને આ-રસાના ધ્રુવ વચ્ચેનું અંતર ફુટ વડે માપી આરસાની કેન્દ્ર લંબાઈ નક્કી કરો.

નોંધઃ-પ્રતિબિંબ બહુજ નાનું, ઉંધું અને વાસ્ત-

વિક હોય છે.

વક્ર આરસામાં પડતા પ્રતિબિંબનું સ્થાન જે વસ્તુનું પ્રતિબિંબ પાડવાનું હોય તે વસ્તુના એક બિંદુમાંથી નીચે દર્શાવેલાં કોઈ પણ બે કિરણો દોરવાથી નક્કી કરી શકાય છે.

(૧) મુખ્ય ધરીને સમાંતર (૨) વક્રતા કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ (૩) મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ.

મુખ્ય ધરીને સમાંતર કિરણ પરાવર્તન પામ્ય બાદ મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે, વક્રતા કેન્દ્ર માંથી પસાર થતું કિરણ વક્ર આરસા પર લં (Perpendicular) પડતું હોવાથી પરાવર્તન પા જે રસ્તેથી આવ્યું હોય તેજ રસ્તે પાછું ફેંકાય અને મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ પરાવત પામી મુખ્ય ધરીને સમાંતર ચાલ્યું જાય છે.

ઉપર દર્શાવેલાં કિરણો પરાવર્તન પામ્યાં બ

જે જગ્યાએ મળીને ચાલ્યાં જાય તે જગ્યાએ તે વસ્તુનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ પડે છે અને જો મળતાં હોય એમ દેખાય તો અવાસ્તવિક પ્રતિબિંબ પડે છે.

જેમ જેમ દૂરની વસ્તુ અંતર્ગોળ આરસા પાસે લાવવામાં આવે છે તેમ તેમ તે વસ્તુની પ્રતિમાનું સ્થાન, કદ તથા પ્રકાર બદલાતા જાય છે એ નીચેના કોઠા ઉપરથી સ્પષ્ટ જાણી શકાશે.

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિમાનું સ્થાન	પ્રતિમાનું કદ	પ્રતિમાનો પ્રકાર
(૧) બહુજ દૂર	મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર	ઘણું નાનું	ઉંધી અને વાસ્તવિક
(૨) વક્રતાકેન્દ્ર અને બહુજ દૂરની વચ્ચે	મુખ્ય કેન્દ્ર અને વક્રતા કેન્દ્ર વચ્ચે	નાનું	,, ,,
(૩) વક્રતા કેન્દ્ર ઉપર	વક્રતા કેન્દ્ર ઉપર	સરખું	,, ,,
(૪) વક્રતાકેન્દ્રઅને મુખ્ય કેન્દ્રનીવચ્ચે	વક્રતા કેન્દ્ર અને બહુ દૂર વચ્ચે	મોટું	,, ,,
(૫) મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર	બહુજ દૂર	ઘણું મોટું	,, ,,
(૬) મુખ્યકેન્દ્ર અને અરીસાની વચ્ચે	આરસાની પાછળ	મોટું	સુલટી અને અવાસ્તવિક

નોંધઃ-છેલ્લી સ્થિતિમાં જ્યારે વસ્તુ મુ. કે. અને આરસાની વચ્ચે રહેલી હોય છે ત્યારે તે વસ્તુની સુલટી અને મોટી પ્રતિમા આરસાની અંદર દેખાતી હોવાથી અંતર્ગોળ આરસો સપાટ આરસા કરતાં હજામત કરવામાં વધારે પસંદગી પામે છે

પરાવર્તક (Reflector);-અંતર્ગોળ આરસાના મુખ્ય કેન્દ્ર નજીક પ્રકાશ આપનાર સાધન મૂકવાથી તેમાંથી નીકળતાં કિરણો પૈકી પાછળ જતાં કિરણો પરાવર્તન પામી સમાંતર જતાં હોવાથી પ્રકાશ જ્યાં જરૂર છે ત્યાં આગળ ઘણે દૂર સુધી જઈ શકે છે પરિણામે પ્રકાશ શક્તિ વેડફાઈ જતી નથી. આ જાતની યોજનાને પરાવર્તક કહે છે. આવા અંતર્ગોળ પરાવર્તકો જુદુંઈ ફાનસ, ટોર્ચલાઈટ, સાયકલ, મોટરગાડી તથા એન્જીનમાં વપરાય છે. સર્ચલાઈટમાં અંતર્ગોળ પરાવર્તકને બદલે બાણાકાર Parabolic પરાવર્તકો વપરાય છે. એ બાણાકાર પરા-

વર્તકના બરાબર મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર જોરદાર પ્રકાશ આપનાર સાધન મૂકેલું હોવાથી પ્રકાશ માઇલોના માઇલો સુધી દૂર સુદૂર ફેલાય છે.

બાહ્ય ગોળ આરસો (Convex mirror):—

(૧) દૂરની વસ્તુ સમક્ષ આ આરસો ગોઠવવામાં આવે છે એટલે દૂરની વસ્તુમાંથી આરસા ઉપર પડતાં સમાંતર કિરણો પરાવૃત્ત થઇ વિખેરાઈ જાય છે. પરિણામે વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ પ્રાપ્ત થતું નથી. પરંતુ જો તે વિખેરાઇ જતાં કિરણોને પાછળ લંબાવવામાં આવે તો તે કિરણો અવાસ્તવિક મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર મળી જતાં હોય એમ લાગે છે. જેથી આ આરસામાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ સુલટું, નાનું અને અવાસ્તવિક હોય છે.

(૨) જ્યારે દૂરની સ્થિતિ સિવાય અન્ય કોઈ સ્થિતિમાં વસ્તુ રહેલી હોય છે ત્યારે આ આરસામાં પ્રાપ્ત થતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં નાનું, સુલટું અને અ-

વાસ્તવિક હોય છે અને અવાસ્તવિક મુખ્ય કેન્દ્ર અને આરસાની વચ્ચે દેખાય છે.

ટુંકમાં બાહ્ય ગોળ આરસામાં દેખાતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં **નાનું, સુલટું** અને **અવાસ્તવિક** હોય છે.

બાહ્યગોળ આરસાનો ઉપયોગઃ–આ આરસામાં દેખાતું પ્રતિબિંબ સુલટું અને નાનું હોવાથી મોટર હાંકનારાઓ તથા સાયકલ ફેરવનારાઓ આ આરસો પોતાની બેઠક સામે ગોઠવે છે. જેથી તેઓ તેમની પીઠ પાછળના ઘણે દૂર સુધીના વાહનો તથા વસ્તુઓની પ્રતિમાઓ આરસામાં જોઇ શકે છે.

વક્ર આરસામાં કેન્દ્ર લંબાઈ તથા અરીસાના ધ્રુવથી વસ્તુ તથા પ્રતિમાના અંતર વચ્ચે રહેલો સંબંધ જાણવા માટે વપરાતું સૂત્રઃ–

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

વક્ર આરસામાં વસ્તુના તથા પ્રતિમાના કદ અને અંતર વચ્ચે સંબંધ દર્શાવતું સૂત્રઃ–

$$\frac{I}{o} = \frac{v}{u}$$

u=અરીસાના ધ્રુવથી વસ્તુનું અંતર, v=અરીસાના ધ્રુવથી પ્રતિમાનું અંતર, f=કેન્દ્ર–લંબાઇ, I=પ્રતિમાનું કદ અને o=વસ્તુનું કદ.

નોંધ:– $\frac{I}{o}$ ના ગુણોત્તરને અભિવૃદ્ધિ (magnification) કહે છે.

પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of light) જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ એક પારદર્શક માધ્યમ (medium)માંથી બીજા જુદી ઘનતાવાળા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે જ્યાં એ માધ્યમોની સપાટી મળે છે ત્યાંથી એ કિરણ પોતાની દિશા બદલે છે એટલે કે વાંકું વળી જાય છે. પ્રકાશ કિરણની વાંકા વળવાની આ ક્રિયાને વક્રીભવન કહે છે અને વાંકું વળેલું કિરણ વક્ર કિરણ refracted ray તરીકે ઓળખાય છે.

વક્રીભવનના નિયમો (Laws of refraction):—

(૧) આપાત કિરણુ, લંબ અને વક્રકિરણુ એકજ સપાટી ઉપર રહેલાં હોય છે,

(૨) (अ) જ્યારે પ્રકાશનું કિરણુ હલકાં માધ્યમ (દા. ત. હવા)માંથી ભારે માધ્યમ (દા. ત. પાણી, કાચ)માં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે તે કિરણુ લંબ તરફ વળે છે અર્થાત વક્રકોણુ (∠ of refaction) આપાત કોણુ કરતાં હંમેશાં નાનો હોય છે.

(ब) જ્યારે પ્રકાશનું કિરણુ ભારે માધ્યમમાંથી હલકા માધ્યમમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે તે કિરણુ લંબથી દૂર વળે છે અર્થાત વક્રકોણુ આપાત કોણુ કરતાં હંમેશાં મોટો હોય છે.

વક્રીભવનાંક અને સ્નેલનો સાઇનનો નિયમ (Refractive index and Snell's sine-law–

જો આપાત બિંદુને મધ્ય બિંદુ તરીકે લઇ, એ

બિંદુમાંથી ગમે તે માપની ત્રિજ્યા લઈ, એક વર્તુલ દોરવામાં આવે તો તે વર્તુલ આપાત કિરણ અને વક્ર કિરણને અમુક બિંદુએ છેદે છે. એ છેદન બિંદુ-ઓમાંથી લંબ (Normal) ઉપર બે લંબ (perpendicular) લીટીઓ દોરી, સાઈન (sine) આપાત કોણ અને સાઇન વક્ર કોણ વચ્ચેનો ગુણોત્તર (ratio) નક્કી કરવામાં આવે તો તે ગુણોત્તર કોઈ પણ બે માધ્યમો માટે હંમેશાં એક મૂલ્ય constant રહે છે. આ ગુણોત્તરને વક્રીભવનાંક કહે છે.

$$\text{વક્રીભવનાંક } (u) = \frac{\text{સાઈન આપાત કોણ } (\sin i)}{\text{સાઈન વક્રકોણ } (\sin r)}$$

જુદાં જુદાં પદાર્થોનો વક્રીભવનાંક જુદો જુદો હોય છે. દા. ત. હવા અને પાણીનો ૪/૩ અને હવા અને કાચનો ૩/૨ જેટલો હોય છે.

જુદી જુદી ઘનતાવાળા માધ્યમમાંથી પસાર થતાં પ્રકાશ કિરણની ગતિ જુદી જુદી હોય છે એટલે

કે ઓછી ઘનતાવાળા હલકા પદાર્થોમાં પ્રકાશની ગતિ વધુ ઝડપી અને ઘટ્ટ પદાર્થોમાં પ્રકાશની ગતિ પ્રમાણમાં ધીરી હોય છે. દા. ત. હવામાં પ્રકાશની ગતિ દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ માઇલ, પાણીમાં ૧૪૦૦૦૦ માઇલ અને કાચમાં ૧૨૪૦૦૦ માઇલની હોય છે. કોઈપણ માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી છે તે જાણતા હોઇએ તો તે માધ્યમનો વક્રીભવનાંક નીચે-ના સૂત્રની મદદથી જાણી શકાય છે.

$$\text{વક્રીભવનાંક} = \frac{\text{પ્રકાશની હવામાં ગતિ}}{\text{પ્રકાશની માધ્યમમાં ગતિ}}$$

દા. ત.

$$\text{હવા અને કાચનો વક્રીભવનાંક} = \frac{૧૮૬૦૦૦}{૧૨૪૦૦૦} = \frac{૩}{૨}$$

$$\text{હવા અને પાણીનો વક્રીભવનાંક} = \frac{૧૮૬૦૦૦}{૧૪૦૦૦૦} = \frac{૪}{૩}$$

પાણીનો વક્રીભવનાંક નક્કી કરવાની બીજી રીત:-

એક અંકિત નળાકારમાં પાણી ભરી-નળાકા-

રમાં ચાંદીનો સિક્કો નાંખી, બહારથી જોતાં તે સિક્કો કેટલે ઉડે દેખાય છે તે દેખીતી ઉંડાઈ નક્કી કરો. ત્યાર બાદ સિક્કાની ખરી ઉંડાઈ માપો. ખરી ઉંડાઈને દેખીતી ઉંડાઈ વડે ભાગી તે બે વચ્ચેનો જે ગુણોત્તર આવે તે પાણીનો વક્રીભવનાંક.

$$\frac{\text{વક્રીભવનાંક}}{\text{(હવા અને પાણી)}} = \frac{\text{ખરી ઉંડાઈ}}{\text{દેખીતી ઉંડાઈ}}$$

ત્રિપાર્શ્વ કાચ (Glass prism):–એટલે ત્રણ ખુણીયો કાચ. જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ હવામાંથી ત્રિપાર્શ્વ કાચમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે તે કિરણ લંબ તરફ વળે છે અને ત્રિપાર્શ્વમાંથી હવામાં બહાર નીકળે છે ત્યારે તે લંબથી દૂર વળી-ત્રિપાર્શ્વના પાયા તરફ ઢળતું ચાલ્યું જાય છે.

યાદ રાખવા લાયક બાબતો:–(૧) ત્રિપાર્શ્વ-માંથી બહાર નીકળતું નિર્ગમ કિરણ Emergent ray હંમેશાં ત્રિપાર્શ્વના પાયા (base) તરફ ઢળેલું

હોય છે. (૨) ત્રિપાર્શ્વમાંથી જોવામાં આવતી વસ્તુઓ તેમના મૂળ સ્થાનથી ઉંચે અને જુદા જુદા રંગ વાળી દેખાય છે. (૩) ત્રિપાર્શ્વ કાચમાં ૪૨° કરતાં મોટો ખુણો થાય તો પ્રકાશ કિરણ હવામાં બહાર ન નિકળતાં કાચમાંજ પરાવર્તન પામે છે. એટલે કે એ કિરણનું વક્રીભવન થતું નથી.

લેન્સ (Lens):-જેની એક અથવા બન્ને બાજુ ગોળાકાર સપાટી વાળી હોય એવા પારદર્શક પદાર્થને અંગ્રેજીમાં લેન્સ (lens) કહે છે. લેન્સની મુખ્ય બે જાતો છે. (૧) બાહ્ય ગોળ કાચ (Convex lens) અને (૨) અંતર્ગોળ લેન્સ (Concave lens)

બાહ્યગોળ લેન્સ વચમાંથી જાડો અને કિનારીએ પાતળો હોય છે જ્યારે અંતર્ગોળ કાચ વચમાંથી પાતળો અને કિનારીએ જાડો હોય છે.

નોંધ બે ત્રિપાર્શ્વ કાચના પાયા એક બીજાને અડકે એ રીતે ગોઠવ્યાં હોય તો લગભગ બાહ્યગોળ

કાચ તૈયાર થયો કહી શકાય-એથી બાહ્યગોળ કાચ-માંથી પસાર થતાં કિરણો એકાગ્ર થાય એ રીતે વળે છે-પરિણામે બાહ્યગોળ કાચને ક્વચિત્ એકાગ્રિત કાચ (converging lens) પણ કહે છે. એવી જ રીતે બે ત્રિપાર્શ્વ કાચની અણીઓ એક બીજીને અડકે એ રીતે ત્રિપાર્શ્વ ગોઠવ્યાં હોય તો લગભગ અંત-ર્ગોળ કાચ તૈયાર થયો કહી શકાય. એથી અંતર્ગોળ કાચમાંથી પસાર થતાં કિરણો વિખેરાઈ જાય એમ વળે છે-પરિણામે અંતર્ગોળ કાચને વિભિન્ન (diverging) કાચ કહે છે.

નવા શબ્દો (New terms):-(૧) લેન્સની ગોળાકાર સપાટીના મધ્યબિંદુઓ તથા લેન્સના મધ્યબિંદુમાંથી પસાર થતી સીધી લીટીને લેન્સની મુખ્ય ધરી કહે છે.

(૨) દૂરની વસ્તુમાંથી આવતાં સમાંતર પ્રકાશ કિરણો-લેન્સની સપાટીએથી વક્ર થઈ-મુખ્ય ધરી ઉપર આવેલ જે બિંદુએ એકત્ર થાય અથવા થતાં

હોય એમ લાગે તેને લેન્સનું મુખ્યકેન્દ્ર (Principal Focus) કહે છે.

(૩) મુખ્યકેન્દ્રથી લેન્સના મધ્યબિંદુ સુધીના અંતરને કેન્દ્ર-લંબાઈ કહે છે.

નોંધઃ-લેન્સના મધ્યબિંદુથી લેન્સની સપાટીના મધ્યબિંદુ સુધીનું અંતર કેન્દ્ર-લંબાઇથી બરાબર બમણું હોવાથી સપાટીના મધ્યબિંદુને દ્વિકેન્દ્ર કહે છે.

બાહ્ય ગોળ કાચની કેન્દ્ર-લંબાઇ નક્કી કરવી.

પ્રયોગ :—બાહ્યગોળ કાચને લાકડાની ઘોડીમાં ગોઠવી સૂર્ય કે બહુજ દૂરની વસ્તુ સામે મૂકી-તેની બીજી બાજુએ એક સફેદ કાગળનો પડદો રાખી, પડદાને આગળ પાછળ હડાવી, પડદા ઉપર સૂર્યનું કે દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ પાડો. એ પ્રતિબિંબ બરાબર લેન્સના મુ. કે. ઉપર પડશેઃ પડદા અને લેન્સના મધ્યબિંદુ સુધીનું અંતર ફુટ વડે માપી-લેન્સની કેન્દ્ર-લંબાઇ નક્કી કરો.

પ્રતિબિંબ મેળવવા માટે દોરવાનાં અગત્યના કિરણો.

(૧) મુખ્ય ધરીને સમાંતર, (૨) લેન્સના મધ્ય બિંદુમાંથી પસાર થતું. (૩) વસ્તુ તરફના લેન્સના મુ. કે. માંથી પસાર થતું.

નોંધઃ—ઉપરનાં ત્રણ કિરણો પૈકી—કોઈ પણ બે કિરણો દોરવાથી પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી થઈ શકે છે. પહેલું કિરણ વક્રીભવન પામી સામી બાજુના મુ. કે. માંથી પસાર થાય છે, બીજું કિરણ વક્ર થયાં વગર સીધે સીધું ચાલ્યું જાય છે અને ત્રીજું કિરણ વક્ર થઈ લેન્સની મુખ્ય ધરીને સમાંતર જાય છે.

જેમ જેમ દૂરની વસ્તુ લેન્સની નજીક લાવવામાં આવે છે તેમ તેમ તે વસ્તુના પ્રતિબિંબના સ્થાન, કદ તથા પ્રકારમાં શા શા ફેરફાર થાય છે તે નીચેના કોઠા ઉપરથી સ્પષ્ટ જાણી શકાશે.

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિ. નું કદ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
(૧) બહુજ દૂર	મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર	ઘણું નાનું	ઉલટું અને વાસ્તવિક
(૨) દ્વિકેન્દ્રથી દૂર	મુખ્ય કેન્દ્ર અને દ્વિ. કેન્દ્ર વચ્ચે	નાનું	,, ,,
(૩) દ્વિ. કેન્દ્ર ઉપર	દ્વિ. કેન્દ્ર ઉપર	સરખું	,, ,,
(૪) દ્વિ. કેન્દ્ર અને મુખ્ય કેન્દ્રનીવચ્ચે	દ્વિ. કેન્દ્ર અને બહુ દૂર વચ્ચે	મોટું	,, ,,
(૫) મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર	બહુજ દૂર	ઘણું મોટું	,,,,
(૬) મુખ્યકેન્દ્ર અને લેન્સની વચ્ચે	એજ બાજુ, વસ્તુથી દૂર.	મોટું	સુલટું, અને અવાસ્તવિક

અંતર્ગોળ કાચ (concave lens):-(૧) દૂરની વસ્તુ સમક્ષ આ કાચ ગોઠવવામાં આવે છે ત્યારે દૂરની વસ્તુમાંથી આવતાં સમાંતર કિરણો આ કાચ-માંથી પસાર થઈ વિખેરાઈ જાય છે. એ વિખેરાતાં કિરણોને પાછળ લંબાવવાથી લેન્સની જે બાજુએ વસ્તુ ગોઠવેલી હોય છે તે બાજુના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. જેથી આ લેન્સમાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ અવાસ્તવિક મુખ્ય કેન્દ્ર ઉપર પડે છે એમ કહી શકાય. એ પ્રતિબિંબ બહુજ નાનું, સુલટું અને અવાસ્તવિક હોય છે.

(૨) જ્યારે દૂરની સ્થિતિ સિવાય અન્ય કોઈ સ્થિતિમાં વસ્તુ ગોઠવી હોય છે ત્યારે આ લેન્સમાં પ્રાપ્ત થતું પ્રતિબિંબ લેન્સના મધ્યબિંદુ અને અવા-સ્તવિક મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે દેખાય છે. એ પ્રતિબિંબ નાનું, સુલટું અને અવાસ્તવિક હોય છે. ટુંકમાં અંતર્ગોળ કાચમાં દેખાતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં નાનું, સુલટું અને અવાસ્તવિક હોય છે.

સૂત્રો:-(૧) $\frac{I}{o} = \frac{v}{u}$

(૨) $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

I=પ્રતિમાનું કદ, O=વસ્તુનું કદ, v=લેન્સના મધ્યબિંદુથી પ્રતિબિંબનું અંતર. u=વસ્તુનું અંતર, f=કેન્દ્ર લંબાઇ.

નોંધ:- v, u અને f ના મૂલ્ય મુકી ગણુતરી કરવી હોય ત્યારે નીચે દર્શાવેલો સંજ્ઞા (sign)નો નિયમ ધ્યાનમાં લઈ યોગ્ય સુધારો કરી સૂત્ર નં. ૨ નો ઉપયોગ કરવો.

સંજ્ઞાનો નિયમ:-જે બાજુ વસ્તુ ગોઠવી હોય તે તરફ માપેલું અંતર + ગણવું અને તેથી વિરૂદ્ધ બાજુએ માપેલું અંતર–ગણવું.

પ્રકાશનાં સાધનો (optical instruments)

સાદું સૂક્ષ્મદર્શક (simple microscope) અથવા

વિપુલદર્શક કાચ (magnifying glass):-એ એક બાહ્યગોળ કાચનું બનેલું હોય છે. એ કાચના મધ્યબિંદુ તથા મુખ્યકેન્દ્રની વચ્ચે કોઇ વસ્તુ મૂકવામાં આવે તો તે વસ્તુ સુલટી અને મોટી દેખાય છે. એથી એ કાચ કાપડના રીકપીક જોવામાં, બારીક અક્ષરો વાંચવામાં, કોતરણી વગેરે ઝીણવટનું કામ કરવામાં, ઘડીઆળના નાના ભાગો જોવામાં ઇત્યાદિ અનેક કાર્યોમાં વપરાય છે. એ વક્રીભવનના સિદ્ધાંત મુજબ કામ કરે છે.

સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શક (compound microscope):-

ઉપયોગ:-ડોક્ટરો લોહી-પેસાબ વગેરે તપાસવામાં, વનસ્પતિ અને પ્રાણીશાસ્ત્રીઓ વનસ્પતિના તથા પ્રાણીઓના સૂક્ષ્મ ભાગોની રચના તપાસવામાં સંયુક્ત સૂક્ષ્મ દર્શકનો ઉપયોગ કરે છે. સાધારણ સંયુકત સૂક્ષ્મદર્શક દ્વારા નરી આંખે ન દેખી શકાય

એવી અતિ સૂક્ષ્મ વસ્તુઓ ૭૫૦ થી ૧૦૦૦ ગણી મોટી દેખાય છે.

રચના:-એમાં મુખ્યત્વે કરીને બે બાહ્યગોળ કાચ વપરાયા હોય છે. એક કાચ નાનો અને બીજો મોટો હોય છે. નાના કાચની કેન્દ્ર લંબાઈ ઘણી નાની હોય છે અને તેની પાસે વસ્તુ ગોઠવવામાં આવતી હોવાથી તેને વસ્તુ-કાચ (object glass) અથવા ઉપદૃશ્ય કહે છે. મોટા કાચની પાસે આંખ મૂકી જોવામાં આવે છે જેથી તેને અક્ષિ-કાચ (Eye-piece) અથવા ઉપનેત્ર કહે છે. એ બન્ને કાચ એક ઉંચી નીચી કરી શકાય એવી નળીમાં ગોઠવેલાં હોય છે.

કાર્ય:-વસ્તુ-કાચના મુ. કે. અને દ્વિ કેન્દ્રની વચ્ચે ગોઠવેલી સૂક્ષ્મ વસ્તુની એક મોટી, ઉંધી અને વાસ્તવિક પ્રતિમા નળીની અંદર વસ્તુ કાચના દ્વિકેન્દ્ર બહાર પરંતુ અક્ષિ-કાચની કેન્દ્ર-લંબાઈની

અંદર પડે છે. પરિણામે અક્ષિ–કાચ એ પ્રતિમાની એક બીજી વિસ્તૃત, સુલટી અને અવાસ્તવિક પ્રતિમા ઉપજાવે છે. જેથી સૂક્ષ્મ ચીજ ઘણી જ મોટી દેખાય છે.

સિધ્ધાંત:–આ સાધન વક્રીભવન અને અભિવૃદ્ધિના સિદ્ધાંત ઉપર રચાએલું છે.

દૂરબીન (Telescope):–

ઉપયોગ:–દૂરના આકાશી પદાર્થો જેવા કે સૂર્ય, ચંદ્ર, ગ્રહો, ઉપગ્રહો, તારા વગેરે જોવામાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ સાધનનો ઉપયોગ કરે છે.

રચના:–એમાં પણ સૂક્ષ્મદર્શકની જેમ બે બાહ્યગોળ કાચ, વસ્તુ–કાચ અને અક્ષિ કાચ વપરાયા હોય છે. વસ્તુકાચની કેન્દ્ર લંબાઈ અક્ષિ–કાચ કરતાં મોટી હોય છે.

કાર્ય:–જ્યારે આ સાધનને દૂરની વસ્તુ સામે ધરી રાખવામાં આવે છે ત્યારે દૂરની વસ્તુમાંથી

આવતાં પ્રકાશ કિરણો વસ્તુકાચમાંથી પસાર થઇ, તેના મુ. કે. ઉપર એકત્ર થાય છે, પરિણામે દૂરની વસ્તુની એક નાની, ઉંધી અને વાસ્તવિક પ્રતિમા વસ્તુકાચના મુ. કે. ઉપર પડે છે. એ પ્રતિમા અક્ષિ-કાચની કેન્દ્ર-લંબાઈની અંદર પડે એ રીતે અક્ષિ-કાચ ગોઠવેલો હોય છે, જેથી એ પ્રતિમાની એક બીજી સુલટી, અવાસ્તવિક અને મોટી પ્રતિમા અક્ષિ-કાચમાંથી જોવાથી દેખાય છે. વસ્તુના મુકાબલે એ બીજી પ્રતિમા કદમાં ઘણી નાની અને ઉંધી હોય છે.

સિદ્ધાંત:—આ સાધન વક્રીભવનના સિદ્ધાંત ઉપર રચાયું હોય છે.

નોંધઃ—જો પૃથ્વી ઉપરની દૂરની વસ્તુઓ જોવી હોય તો અક્ષિ-કાચ અંતર્ગોળ રાખવામાં આવે છે જેથી વસ્તુની પ્રતિમા સુલટી દેખી શકાય છે.

જાદુઈ-ફાનસ (magic or optical lantern) એટલે સભાગૃહોમાં તથા સિનેમા ગૃહોમાં

સ્લાઈડ કે ફીલ્મ ઉપર દોરેલાં ચિત્રપટની એક વિસ્તૃત પ્રતિમા દૂરના પડદા ઉપર પાડી પ્રેક્ષકોને બતાવવા માટે વપરાતું જાણીતું સાધન.

ભાગો–(parts):–(૧) જોરદાર પ્રકાશ આપનાર સાધન દા. ત. વિજળીનો દીવો કે આર્ક–લેમ્પ, (૨) અંતર્ગોળ પરાવર્તક, (૩) કેન્દ્રક–કાચ (condenser), (૪) પ્રક્ષેપક કાચ (Projector), (૫) ચિત્ર દોરેલી સ્લાઈડ કે ફીલ્મ અને (૬) સફેદ પડદો.

કાર્ય:—પ્રકાશ આપનાર દીવાને પરાવર્તકના મુખ્ય કેન્દ્ર સમીપ રાખી, દીવો ચાલુ કરવામાં આવે છે એટલે તેમાંથી નિકળતાં પ્રકાશનાં કિરણો આગળ પાછળ બધે ફેલાય છે. આગળ જતાં કિરણો કેન્દ્રક કાચમાંથી પસાર થઈ સ્લાઈડ (વસ્તુ) ઉપર કેન્દ્રિત થાય છે અને પાછળ જતાં કિરણો પરાવર્તક વડે પાછાં ફેંકાઈ, સ્લાઈડ ઉપર આવે છે–પરિણામે સ્લાઈડ ખૂબ-જ પ્રકાશિત બને છે. સ્લાઈડ પ્રક્ષેપક કાચના મુખ્ય

કેન્દ્ર અને દ્વિકેન્દ્રની વચ્ચે ગોઠવેલી હોવાથી સ્લાઈડ ઉપર અંકિત થએલાં ચિત્રની એક મોટી, ઉંધી અને સાચી પ્રતિમા, દૂરના પડદા ઉપર પડે છે. સ્લાઈડ ઉંધી ગોઠવેલી હોવાથી પડદા ઉપરની પ્રતિમા સીધી દેખાય છે.

આ યંત્ર–પરાવર્તન, વક્રી ભવન અને અભિવૃદ્ધિના સિદ્ધાંત મુજબ કામ કરે છે.

સીનેમા: (Cinema);–આમાં કિંમતી લેન્સવાળું એક સારી બનાવટનું જાદુઈ-ફાનસ વપરાએલું હોય છે. જાદુઈ ફાનસમાં ચિત્રો સ્થિર દેખાય છે જ્યારે સિનેમામાં ચલચિત્રો એટલે કે હાલતાં ચાલતાં ચિત્રો દેખાય છે. જ્યારે સિનેમામાં વપરાતાં જાદુઈ ફાનસના કેન્દ્રક કાચ અને પ્રક્ષેપક કાચ વચ્ચે, ચાલુ બનાવની ફીલમ–(જેની ઉપર ચાલુ એકજ બનાવના ૧/૧૬ સેન્ડ કે એથી પણ ઓછા વખતમાં લીધેલાં ચિત્રો પાડેલાં હોય છે.) ઝડપથી ફેરવવામાં આવે

છે-ત્યારે કોઈ પણ વસ્તુના દૃશ્યની અસર (છાપ) મગજમાં ૧/૧૦ સેકન્ડ સુધી ટકી રહેતી હોવાથી-એથી ઓછા વખતમાં બીજું દૃશ્ય જોવામાં આવે તો તે બન્ને દૃશ્યો છૂટાં ન લાગતાં ચાલુ લાગે છે-અને એથી જ સિનેમામાં ચિત્રો હાલતાં ચાલતાં દેખાય છે.

ઘનદર્શક:—(stereoscope):–સામાન્ય ફોટો કે ચિત્ર સપાટ દેખાતું હોવાથી તે ચિત્ર મૂળ વસ્તુનો તાદૃશ્ય ચિતાર રજુ કરી શકતું નથી. આ સાધન વડે લેવાએલ ચિત્ર ઘનરૂપમાં ઉંડાણવાળું જોઈ શકાતું હોવાથી મૂળ વસ્તુનો આબેહુબ ચિતાર રજુ કરે છે.

રચના:–આમાં મુખ્યત્વે કરીને બે ત્રિપાર્શ્વ કાચ જેવાં બાહ્યગોળ કાચના અડધીઆ વપરાએલાં હોય છે. એ અડધીઆનો પાતળો ભાગ અંદરની બાજુએ અને જાડો ભાગ બહારની બાજુએ રાખેલો હોય છે.

કાર્ય:—એક ખાસ જાતના કેમેરાવડે લેવામાં આવેલ કોઈ પણ દૃશ્યના બે ફોટાઓ—એકજ પુંઠા ઉપર પાસે પાસે ચિટકાવી—આ સાધનમાં મૂકી જોવામાં આવે છે તો જેમ બન્ને આંખો વડે જોવામાં આવતી કોઇ પણ વસ્તુ બેને બદલે એકજ દેખાય છે તેમ અહિં બન્ને ફોટાઓની એકજ આકૃતિ (પ્રતિમા) દેખાય છે—આ આકૃતિ મોટી, સુલટી, અવાસ્તવિક અને સહેજ દૂર દેખાય છે.

આ સાધન ખાસ કરીને વક્રીભવનના સિદ્ધાંત ઉપર રચાયું છે.

છબી પાડવાનું યંત્ર (કેમેરા):—

રચના:—આમાં (૧) એક લાંબી ટુંકી થઈ શકે એવી ઘડી વાળેલી અથવા સાદી ચામડાની અથવા કાળા કપડાની બંધ પેટી હોય છે.

(૨) પેટીના આગળના ભાગમાં **એક બાહ્યગોળ કાચ** (લેન્સ) રાખેલો હોય છે—જે એક ઢાંકણાવડે

બંધ રાખવમાં આવે છે, અને છબી પાડતી વેળાએ જ ઢાંકણું ખુલ્લું કરવામાં આવે છે.

(૩) દુધીઆ કાચની તકતી (પડદો):-જે બંધ પેટીના પાછળના ભાગમાં ગોઠવવામાં આવી હોય છે અને જેને જરૂર પડે ઉંચકી લઈ દૂર કરી શકાય એવી વ્યવસ્થા કરવામાં આવી હોય છે,

કાર્ય:-જ્યારે કોઈ દૂરની વસ્તુનો ફોટો લેવો હોય છે ત્યારે કેમેરાને તે વસ્તુ સામે ગોઠવી-બાહ્ય-ગોળ કાચને-ઢાંકણું દૂર કરી-ખુલ્લો કરવામાં આવે છે એટલે દૂરની વસ્તુમાંથી આવતાં પ્રકાશ-કિરણો બાહ્યગોળ કાચથી વક્રીભુત થઈ-એ કાચના મુખ્ય કેન્દ્ર આગળ ગોઠવેલા દુધીઆ કાચના પડદા ઉપર-કેન્દ્રિત થાય છે-પરિણામે તે દૂરની વસ્તુનું નાનું, ઉંધું અને વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ પડદા ઉપર જોઈ શકાય છે. જો નજીકની વસ્તુનો ફોટો લેવાનો હોય છે તો તે વસ્તુનું સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ બાહ્ય-

ગોળ કાચના મુખ્ય કેન્દ્ર અને દ્વિકેન્દ્ર વચ્ચે પડતું હોવાથી લેન્સ અને દુધીઆ કાચના પડદા વચ્ચેનું અંતર વધારવું પડે છે. જ્યારે દૂરની કે નજીકની વસ્તુનું સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ પડદા ઉપર દેખાય છે ત્યારે લેન્સને ક્ષણવાર માટે બંધ કરી પડદાની જગ્યાએ એક રાસાયણિક દ્રવ્યો (ચાંદીના ક્ષારો) ચોપડેલી કાચની પ્લેઈટ કે ફીલ્મ ગોઠવવામાં આવે છે-પછી લેન્સને ખુલ્લો કરવામાં આવે છે; જેથી દૂરની કે નજીકની વસ્તુમાંથી આવતાં પ્રકાશ-કિરણો એ પ્લેઈટ ઉપર કેન્દ્રિત થાય છે-જેને પરિણામે તે ચાંદીના ક્ષારો ઉપર રસાયણિક અસર થાય છે. એથી તે વસ્તુની પ્રતિમા પ્લેઈટ ઉપર અંકિત થાય છે. એ અંકિત થએલી પ્રતિમાને કાયમી બનાવવા માટે પ્લેઈટને એક અંધારી કોટડીમાં લઈ જવામાં આવે છે-ત્યાં તેને અમુક રસાયણો વડે ધોવામાં આવે છે-જેથી અપ-સવ્ય અર્થાત્ નેગેટીવ કોપી તૈયાર થાય છે. આ નેગેટીવમાં વસ્તુનો કાળો ભાગ સફેદ અને સફેદ ભાગ

કાળો દેખાય છે. નેગેટીવ ઉપરથી પોઝીટીવ (સત્ય) કોપીઓ એક ખાસ જાતના કાગળ (દા. ત. બ્રોમાઇડ પેપર) ઉપર લેવામાં આવે છે—આમાં સફેદ ભાગ સફેદ અને કાળો ભાગ કાળો દેખાય છે.

આંખ (Human oye)

આંખના ભાગો:-(૧) આંખનું રક્ષણ કરનાર બહારનું **સફેદ પડ**, (૨) બહારનો ઉપસેલો ભાગ **કોર્નીઆ**, (૩) **પારદર્શક પાતળો પ્રવાહી**, (૪) **આઇરીસ** iris, (૫) **કીકી**, (૬) **દગ્ કાચ** (eye-lens) (૭) દગ્ કાચની કેન્દ્ર લંબાઈ વધતી ઓછી કરનાર **સ્નાયુઓ** (ciliary muscles), (૮) **મધ્ય રંગીન પડ** (૯) **અર્ધ પ્રવાહી પદાર્થ** (vitro ous humour), (૧૦) **નેત્રપટ** Retina) (૧૧) **પીળું બિંદુ** અને (૧૨) **દૃષ્ટિના જ્ઞાનતંતુઓ** (optic nerves).

આંખની રચના તથા કાર્ય લગભગ કેમેરાને

મળતું હોય છે. જેથી આંખ એક નાનો કેમેરા છે એમ કહી શકાય. તંદુરસ્ત આંખ દૂરની વસ્તુથી માંડીને સાધારણ રીતે ૧૦થી ૧૨ ઈંચ દૂર આવેલી નજીકની વસ્તુ સાફ સાફ જોઈ શકે છે.

જ્યારે આંખ વિશ્રામ સ્થિતિમાં હોય છે ત્યારે દગકાચનું મુખ્ય કેન્દ્ર બરાબર નેત્રપટ ઉપર આવેલું હોય છે-જેથી દૂરની વસ્તુની બહુજ નાની તથા ઊંધી પ્રતિમા બરાબર નેત્રપટ ઉપર પડે છે. એ પ્રતીમાની અસર દૃષ્ટિના જ્ઞાનતંતુઓ દ્વારા મગજને પહોંચે છે. પરિણામે મગજ હંમેશની ટેવ મુજબ તેને સીધી જુવે છે. નજીકની વસ્તુની પ્રતિમા દગકાચના મુખ્ય કેન્દ્રની બહાર પડતી હોવાથી દગકાચ સાથે જોડાએલા સ્નાયુઓ સંકોચાય છે. પરિણામે દગકાચ વચ્ચેથી જાડો બને છે અને તેની કેન્દ્ર લંબાઈ ઘટે છે. જેથી નજીકની વસ્તુની પ્રતિમા બરાબર નેત્રપટ ઉપર પડી શકે છે.

દૃગકાચ (લેન્સ) જાડો પાતળો કરી તેની કેન્દ્ર લંબાઈ ઘટાડી-વધારી જુદે જુદે અંતરે આવેલી વસ્તુઓ જોઈ શકવાની આંખની શક્તિને **સંવિધાન શક્તિ** (Power of Accomodation) કહે છે.

આંખની ખામીઓ (Defects of the human eye) આંખની મુખ્ય બે ખામીઓ હોય છે. (૧) ટુંકી નજર અથવા લઘુ દૃષ્ટિ (short-sight) અને (૨) લાંબી નજર અથવા ગુરૂદૃષ્ટિ (Long sight)

ટુંકી નજર-ટુંકી નજરવાળો મનુષ્ય નજીકની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે-પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ બરાબર જોઈ શકતો નથી.

કારણુઃ-આવા મનુષ્યોનો **દૃગકાચ** કોઈ પણ કારણથી **વચમાંથી વધારે જાડો** થઈ ગયો હોય છે જેથી તેની કેન્દ્ર લંબાઇ ઘટી ગઈ હોય છે અથવા તો એનો **ડોળો લાંબો** થઈ ગયો હોય છે-

પરિણામે દૂરની વસ્તુની પ્રતિમા નેત્રપટ ઉપર ન પડતાં તેની **આગળ** પડે છે.

ઉપાય (Remedy)-ટુંકી નજરવાળો માણસ જો **અંતર્ગોળ કાચના ચશ્મા** પહેરે તો દૂરની વસ્તુમાંથી આવતાં પ્રકાશ કિરણો સહેજ વિખેરાઈ (પહોળા થઈ) બરાબર નેત્રપટ ઉપર આવી મળી જાય છે, પરિણામે તે વસ્તુ દેખી શકાય છે.

લાંબી નજર:-લાંબી નજવાળો મનુષ્ય દૂરની વસ્તુઓ સાફ સાફ જોઈ શકે છે; પરંતુ નજીકની વસ્તુઓ બરાબર જોઇ શકતો નથી.

કારણ:-આવા **મનુષ્યનો દૃગકાચ વચમાંથી વધારે પ્રમાણમાં પાતળો** થઈ ગયો હોય છે-જેથી તેની કેન્દ્ર લંબાઈ વધી ગઈ હોય છે અથવા તો તેનો **ડોળો ચપટો** થઈ ગયો હોય છે અર્થાત્ **ડોળાનું** ઊંડાણ **ઓછું** થઈ ગયું હોય છે-પરિણામે નજીકની વસ્તુની પ્રતિમા નેત્રપટ ઉપર ન પડતાં નેત્રપટની **પાછળ** પડે છે.

ઉપાય:—જો લાંબી નજરવાળો મનુષ્ય **બાહ્ય ગોળ કાચના ચશ્મા** પહેરે તો નજીકની વસ્તુમાંથી આવતાં પ્રકાશ કિરણો સહેજ સાંકડાં થઈ બરાબર નેત્રપટ ઉપર આવી મળી જાય છે. પરિણામે તે વસ્તુ જોઈ શકાય છે.

પ્રકાશનું પૃથકકરણ (Dispersion of light) એક અંધારી કોટડીમાં બારણાની તડ પાસે એકાદ ત્રિપાર્શ્વ કાચ (Prism) ગોઠવી તડમાંથી સુર્યનો અથવા કોઇ સફેદ પ્રકાશ દાખલ કરવામાં આવે છે એટલે તે પ્રકાશ ત્રિપાર્શ્વમાંથી પસાર થાય છે, પરિણામે સફેદ પ્રકાશ કિરણો ત્રિપાર્શ્વમાંથી વક્ર થઈ, સાત મેઘધનુષ્યના રંગોમાં વહેંચાઇ જાય છે અને બારણાની સામેની સફેદ દીવાલ ઉપર સપ્તરંગી પટ્ટી દેખાય છે; જે રંગપટ (spectrum) તરીકે ઓળખાય છે.

સફેદ પ્રકાશની સાત રંગીન કિરણોમાં વહેંચાઇ અથવા વિખેરાઈ જવાની એ ક્રિયા પ્રકાશનું પૃથક્ક-

રણ અથવા વિકિરણ કહેવાય છે. રંગપટ તપાસતાં માલમ પડે છે કે:—

(૧) એ રંગપટમાં અનુક્રમે જામલી, નીળો, વાદળી, લીલો, પીળો, નારંગી અને રાતો રંગ દૃષ્ટિગોચર થાય છે, એ રંગીત કિરણોનો ક્રમ 'જાનીવાલીપીનારા' શબ્દ વડે યાદરાખી શકાય છે.

(૨) એક રંગ બીજા રગમાં ધીરે ધીરે મળી જાય છે.

(૩) પ્રત્યેક રંગીત કિરણ જુદા જુદા પ્રમાણમાં વક્ર થએલું હોય છે. જામલી કિરણ સૌથી વધારે અને રાતું કિરણ સૌથી ઓછાં પ્રમાણમાં વળેલું હોય છે.

આ ઉપરથી ટુંકમાં આપણે એમ કહી શકીએ કે શ્વેત પ્રકાશ એ સાત જાતનાં રંગીત કિરણોનું અદ્ભુત મિશ્રણ છે અને એ બાબત સર આઇઝેક ન્યુટને પ્રથમ સિદ્ધ કરી હતી.

મેઘધનુષ્ય (Rainbow):–જ્યારે વરસાદ વરસતો હોય અને સૂર્ય પ્રકાશતો હોય ત્યારે સૂર્યની સામે પીઠ કરી જોનાર વ્યક્તિને આકાશમાં ધનુષ્ય આકારનું સપ્તરંગી જે સુંદર અને મનોરંજક દૃશ્ય દેખાય છે તેને મેઘધનુષ્ય અથવા ઇંદ્ર ધનુષ્ય કહે છે. મેઘધનુષ્ય સવાર કે સાંજને સમયે દેખાય છે.

પ્રકાશ કિરણોનું પાણીનાં ફોરાંમાંથી વક્રીભવન, વિકિરણ અને પરાવર્તન થવાથી મેઘ ધનુષ્ય ઉપજે છે. એમાં જાંબલીરંગ ધનુષ્યની ઉપરની બાજુએ અને રાતો રંગ અંદરની બાજુએ દેખાય છે. ક્વચિત્ પાસે પાસે બે મેઘધનુષ્ય પણ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. બીજું મેઘધનુષ્ય જરા ઝાંખું હોય છે અને તેમાં રંગોના ક્રમ પ્રથમના મેઘધનુષ્ય કરતાં ઉલટો હોય છે એટલે કે જાંબલીરંગ અંદરની બાજુ અને રાતો રંગ ઉપરની બાજુ દેખાય છે. એ ઝાંખુ મેઘ ધનુષ્ય ગૌણ (Secondary) મેઘધનુષ્ય તરીકે ઓળખાય છે.

પ્રકાશ કિરણોનું પાણીનાં ફોરામાંથી બે વાર પરાવર્તન થાય તોજ ગૌણ મેઘધનુષ્ય ઉપસ્થિત થાય છે.

વસ્તુનો રંગ:—અમુક વસ્તુ અમુક રંગની દેખાય છે એનું કારણ એ છે કે તે રંગના કિરણો તે વસ્તુ ઉપરથી પાછાં ફેંકાય છે અને જોનારની આંખને મળે છે—જ્યારે તે રંગ સિવાયના અન્ય રંગીન કિરણો તે વસ્તુ શોષી લે છે.

દા. ત. સફેદ ચીજ સાતે રંગના કિરણો પાછાં ફેંકે છે માટે તે સફેદ દેખાય છે; કાળી વસ્તુ સાતે રંગનાં કિરણો શોષી લે છે માટે તે કાળી દેખાય છે. લાલ રંગની વસ્તુ માત્ર લાલ રંગનાં કિરણો પાછાં ફેંકે છે અને બાકીનાં ૭ રંગનાં કિરણોનું શોષણ કરે છે તેથી તે લાલ દેખાય છે.

નોંધ—કોઈપણ વસ્તુનો સાચો રંગ દિવસે સુર્યના પ્રકાશમાં નક્કી કરી શકાય છે અને એજ કારણથી

વિજળીના પ્રકાશમાં રાત્રે ખરીદેલું રંગીત ક
દિવસે કોઈ જુદાજ રંગની છાયાવાળું દેખાય છે.

અવાજ અથવા ધ્વનિ (Sound)

અવાજ કે ધ્વનિ પણ એક જાતની શક્તિ
જે શક્તિ કાનમાં એક વિશિષ્ટ પ્રકારની અ
ઉપજાવે છે જેને આપણે 'સાંભળવું' કહીએ છી
ટુંકમાં જે કાંઈ કાનવડે સંભળાય છે તેને અવ
કહે છે.

એક સૂર-ચીપીયા (Tuning-fork) ર
લાકડાની હથોડી અફાળવામાં આવે છે ત્યારે ચી
યાની બન્ને બાજુઓ ઝડપથી ધ્રુજતી માલમ
છે. એવીજ રીતે ઢોલક કે તબલા ઉપર આંગળી
હથેળી પટકવામાં આવે છે ત્યારે ઢોલકનો પ
ઉંચોનીચો થાય છે તથા સિતાર કે તંબુરાનો
આંગળી વડે ખેંચી છોડી દેવામાં આવે છે ત્યારે

ધ્રુજવા લાગે છે અને સૂર ઉત્પન્ન થાય છે. આ ઉપરથી આપણે એમ કહી શકીએ કે જ્યારે કોઈ પણ વસ્તુ ગમે તે રીતે આંદોલિત (vibrate) કરવામાં આવે છે ત્યારે તે વસ્તુ અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે. પ્રયોગો દ્વારા એવું સાબિત થયું છે કે જે વસ્તુની આંદોલન (કંપ) સંખ્યા એક સેકન્ડમાં ૧૬ અને ૩૮૦૦૦ની વચ્ચે હોય છે તે વસ્તુમાંથી નીકળતો અવાજ આપણો કાન ગ્રહણ કરી શકે છે. મંદ મંદ ગતિએ આંદોલિત થતાં લોલકનો અવાજ આપણે આજ કારણથી સંભળી શકતા નથી.

અવાજના પ્રકાર:-

અવાજ મુખ્ય બે પ્રકારના હોય છે. (૧) કાનને પ્રિય એવો **સંગીતમય અવાજ** (musical note) (૨) કર્કશ અવાજ અથવા ઘોંઘાટ (Noise)

સંગીતમય અવાજ એટલે નિયમિત અને તાલ-

બદ્ધ આંદોલનો વડે ઉત્પન્ન થતો અવાજ દા. ત. ગવૈયાનું ગાન, કોયલનો ટહુકો, વાજીંત્રોના સુર વગેરે

ઘોંઘાટ એટલે અનિયમિત અને તાલમુક્ત આંદોલનો વડે ઉત્પન્ન થતો અવાજ. દા. ત. ટોળાનો કોલાહલ, મોટરના ભુંગળાનો અવાજ, બંદુકનો ધડાકો, મેઘગર્જના વગેરે.

નોંધઃ-ઘોંઘાટની નિયમિત પુનરાવૃત્તિ સંગીતમય અસર ઉપજાવે છે.

સૂર (Pitch):–કોઈ પણ વસ્તુ કે વાજીંત્રમાંથી નીકળતા સૂરનો આધાર તેની એક સેકન્ડમાં થતી કંપ-સંખ્યા (Frequency) ઉપર રહેલો હોય છે. કંપ સંખ્યા ઓછી તો સૂર નીચો અને કંપ સંખ્યા વધારે તો સૂર ઉંચો નીકળે છે.

અવાજની પ્રબળતા (તિવ્રતા) (Intensity of Sound) અવાજની પ્રબળતા નીચેની બાબતો ઉપર અવલંબે છે.

(૧) અવાજ ઉત્પન્ન કરનાર વસ્તુનો કંપ વિસ્તાર (amplitude) કંપ-વિસ્તાર વધારે તો અવાજ મોટો અને ઓછો તો ધીરો સંભળાય છે.

(૨) અવાજ ઉત્પન્ન કરનાર વસ્તુનું કાનથી અંતર:

વસ્તુ દૂર તો અવાજ ધીરો અને વસ્તુ નજીક તો અવાજ તીવ્ર સંભળાય છે.

(૩) જે માધ્યમ (medium)માંથી અવાજ પ્રસરે છે તે માધ્યમની ઘનતા.

ઘનતા વધારે તો અવાજ તિવ્ર અને ઘનતા ઓછી તો અવાજ ધીરો સંભળાય છે આ કારણથી શિયાળામાં ઉનાળા કરતાં બહુજ દૂરના અવાજો સ્પષ્ટ સાંભળી શકાય છે.

એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ અવાજ લઇ જવા સારૂ હવા કે અન્ય પાદાર્થિક માધ્યમ (material medium)ની જરૂર.

જેમ સૂર્યમાંથી નીકળતાં પ્રકાશ અને ગરમીનાં

કિરણો માઇલોના માઇલો સુધી પૃથ્વી ઉપર પહોંચ્યા પૂર્વે હવા વિનાના ખાલી પ્રદેશ (શૂન્ય)માંથી પસાર થઇ શકે છે તેમ અવાજનાં મોજાં પસાર થઇ શકતાં નથી. અવાજને પ્રસરાવવા માટે હવાની કે કોઇપણ પાદાર્થિક માધ્યમની જરૂર રહે છે તે નીચેના પ્રયોગ ઉપરથી સમજી શકાશે.

પ્રયોગઃ—એક કાચના હાંડી જેવા વાસણમાં-વિજળીની મદદથી ચાલતી ઘંટડી (Electric-bell) લટકાવી તે વાસણને વાતશોષક–પંપ ઉપર મુકી હવા જેમ જેમ ખાલી કરવામાં આવે છે તેમ તેમ તે ઘંટડીમાંથી નીકળતો અવાજ ધીરો અને ધીરો થતો જાય છે, અને ઘંટડીની ખૂબ જ નજીક ઉભા હોઇએ તોજ તે કંઇક સાંભળી શકીએ છીએ, અને તદ્દન શૂન્ય કરવામાં આવે તો અવાજ બીલકુલ સાંભળી શકાતો નથી. આ ઉપરથી પૂરવાર થાય છે કે શૂન્ય ધ્વનિવાહક નથી.

હવામાં અવાજનો વેગ (Velocity) નક્કી કરવો:-

એકાદ બે માઇલ દૂર આવેલી બે ઉંચી અને સામસામેની ટેકરીઓ પસંદ કરી, એક ટેકરી પરથી કોઈ મનુષ્ય બંદૂક ફોડે અને સામેની ટેકરી ઉપર રહેલ મનુષ્ય બંદૂકમાંથી નીકળતો ધુમાડો જોયાં બાદ બંદૂકનો અવાજ સંભળાવાને તેને કેટલો વખત લાગે છે તેની ચોક્કસ નોંધ લે તો ટેકરીઓ વચ્ચેના અંતરને જે વખત લાગે તે વડે ભાગવાથી અવાજનો હવામાં વેગ નક્કી કરી શકાય છે.

$$\text{અવાજનો વેગ} = \frac{\text{અંતર}}{\text{વખત}}$$

ઉપર મુજબના ચોક્કસ પ્રયોગો ઉપરથી હવામાં અવાજનો વેગ એક સેકન્ડમાં ૧૧૨૦ ફીટ અથવા ૩૩૦ મીટર જેટલો માલમ પડ્યો છે. હવા કરતાં ઘટ્ટ માધ્યમમાં અવાજનો વેગ વધતો જાય છે. દા. ત.

પાણીમાં અવાજનો વેગ આશરે ૧૪૦૦ મીટર જેટલો અને લોખંડમાં અવાજનો વેગ આશરે ૫૧૦૦ મીટર જેટલો હોય છે. આથી સ્પષ્ટ થાય છે કે હવા કરતાં પાણીમાં અને પાણી કરતાં લોખંડમાં અવાજ વધારે જલદીથી અને સારી રીતે સાંભળી શકાય છે.

નોંધઃ—પ્રકાશના વેગ (દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ માઈલ)ના મુકાબલે અવાજનો વેગ (દર સેકન્ડે આશરે ૧૧૨૦ ફીટ) અત્યંત નજીવો છે. આ કારણથી આકાશમાં જ્યારે વીજળી થતી હોય છે ત્યારે વિજળીનો ઝબકારો અને કાટકો એકી સાથે થતાં હોય છે છતાં ઝબકારો તુરતજ દેખાય છે અને કાટકો (મેઘગર્જના) તો અમુક મુદત બાદ સંભળાય છે.

આપણો અવાજ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે ?

ગળામાં શ્વાસ નળીના ઉપરના ભાગમાં અવાજ ઉત્પન્ન કરનારી એક સ્વર પેટી આવેલી હોય છે. આ સ્વર પેટીની ઉપર સ્નાયુની બે પટીઓ આવેલી

હોય છે. એને સૂર-પટીઓ અથવા સ્વરતંતુઓ (Vocal chords) કહે છે. એ સ્વરતંતુઓ વચ્ચેની ખાલી જગ્યા 'ગળાબારી' (Glottis) તરીકે ઓળખાય છે. સાધારણ શ્વાસોશ્વાસ વખતે આ ગળાબારી પહોળી રહે છે. પરન્તુ બોલતી કે ગાતી વેળાએ સ્વરતંતુઓ ખેંચાઈને પાસે પાસે આવતાં હોવાથી ગળાબારી એક સાંકડી ફાટ જેવી બને છે. અને ફેફસામાંથી ફુંકાએલી હવા એ ફાટમાંથી પસાર થતાં સ્વરતંતુઓ ધ્રુજવા લાગે છે. જેથી હવામાં અવાજનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે.

નોંધઃ–પુરૂષો કરતાં સ્ત્રીઓમાં અને સ્ત્રીઓ કરતાં બાળકોમાં આ સ્વરતંતુઓ પાતળાં અને ટુંકા હોવાથી પુરૂષોનો સૂર ઘેરો અથવા નીચો, સ્ત્રીઓનો સૂર ઉંચો (તીણો) અને કોમળ અને બાળકોનો સૂર ખૂબ તીણો હોય છે.

અવાજનું પરાવર્તન અને પડઘો

જેવી રીતે પ્રકાશના કિરણો કોઈ અંતરાયરૂપ અપારદર્શક માધ્યમ સાથે અથડાય છે ત્યારે તે કિરણો આગળ ન વધતાં પાછા પડે છે એટલે કે પરાવર્તન પામે છે તેવીજ રીતે હવામાં આગળ વધતાં અવાજના મોજાં કોઈ અંતરાયરૂપી ઉંચી દીવાલ, ટેકરી કે વૃક્ષ સાથે અથડાય છે ત્યારે તે મોજાં આગળ ન વધતાં પાછાં વળે છે એટલે કે પરાવર્તન પામે છે. અવાજના પરાવર્તનના નિયમો પણ પ્રકાશના પરાવર્તનના નિયમો જેવાજ છે. જેમ પ્રકાશના પરાવર્તનથી મૂળ વસ્તુનું પ્રતિબિંબ પ્રાપ્ત થાય છે તેમ અવાજના પરાવર્તનથી મૂળ અવાજનો **પ્રતિઘોષ અથવા પડઘો** (Echo) સંભળાય છે. પડઘો સંભળાવા માટે મુખ્ય શરત એ છે કે અવાજના ઉત્પત્તિસ્થાન અને અંતરાય (દિવાલ) વચ્ચે ઓછામાં ઓછું **૫૫** ફુટ જેટલું અંતર હોવું જોઇએ નહિતર મૂળ અવાજ અને પડઘો એક બીજાં

સાથે ભળી જઈ—મૂળ અવાજ માત્ર પ્રબળ બને છે—પરંતુ પડઘો સંભળાતો નથી કારણ કે કાન ઉપર પડેલા કોઈ પણ અવાજની અસર મગજમાં ૧/૧૦ સેકન્ડ સુધી ચાલુ રહે છે.

અનેક અથવા ગુણક પડઘા (multiple echoes).

જેમ બે સામસામે મૂકેલા સપાટ અરીસા વચ્ચે ગોઠવેલી વસ્તુના અનેક પ્રતિબિંબો પ્રાપ્ત થાય છે તેમ બે સામસામી દિવાલો કે ટેકરીઓ વચ્ચે ઉભી—બોલવાથી કે અવાજ ઉત્પન્ન કરવાથી, તે અવાજનું પુનઃ પુનઃ પરાવર્તન થઈ—**અનેક પડઘા** સંભળાય છે. ઈટાલીમાં આવેલ સીમોનેટાના મકાનમાં એક જ અવાજના ૩૦ જેટલા પડઘા પડે છે—એવી જ રીતે આકાશમાં વિજળી થાય છે ત્યારે વાદળાં વચ્ચેની હવા એકદમ વિસ્તાર પામતી હોવાથી-એક બહુ જ ધીરો અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે-પરંતુ તે અવાજનું સામસામેના વાદળાં અથવા વાદળાં અને પૃથ્વી વચ્ચે

વારંવાર પરાવર્તન થવાથી અનેક પડછંદા પડે છે-જેથી આપણે વાદળની ગર્જનાનો એક લાંબો ગડગડાટ સાંભળી શકીએ છીએ.

ગુંજતા ઝરૂખા(Whispering Galleries):- કેટલાક દેવળો કે ઘુમ્મટોની દિવાલો નળાકાર કે ગોળાકાર હોય છે. આવી દિવાલ પાસે એક જગ્યાએ ઉભી-ધીરેથી બોલવામાં આવે છે ત્યારે અવાજના મોજાં દિવાલની ગોળાકાર સપાટીથી પુનઃ પુનઃ પરાવર્તન પામી સામેની બાજુએ અમુક જગ્યાએ કેન્દ્રિત થાય છે-જેથી ત્યાં ઉભેલો મનુષ્ય બહુ જ ધીરેથી બોલાએલો અવાજ સ્પષ્ટ સાંભળી શકે છે-પરંતુ વચ્ચેની જગ્યાએ સીધી લીટીમાં ઉભેલો મનુષ્ય કશું સાંભળી શકતો નથી. આવી જાતની રચનાવાળા દેવળ કે મકાનને ગુંજતા ઝરૂખા કહે છે. દા. ત. લંડનમાં સેન્ટપૉલના દેવળમાં તથા વિજાપુરમાં ગોલ ઘુમ્મટમાં આવી ઘટના બને છે.

કાન (Human ear)

રચના:—કાનના મુખ્ય ત્રણ ભાગ છે (૧) બહારનો કાન, (૨) વચલો કાન, અને (૩) અંદરનો કાન.

બહારનો કાન:—જે અંતર્ગોળ ભાગ બહારથી દેખાય છે તે બહારના કાનનો માત્ર એક ભાગ છે. તેની વચમાં એક કાણું હોય છે-તે કાણાંથી શરૂ થઈ એકાદ ઈંચ જેટલી એક નળી અંદરની બાજુ તરફ ગએલી હોય છે-આ નળી **શ્રવણ નળી** કહેવાય છે. એ શ્રવણ નળીને છેડે એક પડદો આવેલો હોય છે-જેને કાનનો **ઢાલ અથવા પડઘમ** (ear-drum) કહે છે.

વચલો કાન:—પડદા (ઢાલ)ની પાછળ હવાથી ભરેલો પોલાણવાળો ભાગ આવેલો હોય છે-જેને વચલો કાન કહે છે. આ ભાગમાં ઢાલને અડકીને એક ત્રણ હાડકાંની સાંકળ આવેલી હોય છે. તેમનાં નામ આકાર પ્રમાણે અનુક્રમે **હથોડી, એરણ** અને

પેંગડુ કહેવાય છે. આ ઉપરાંત ગળામાંથી શરૂ થઈ એક '**યુસ્ટેકીઅન નળી**' આ ભાગમાં આવેલી હોય છે; જેની અંદર હવા હોવાથી કાનના ઢોલની બન્ને બાજુએ હવાનું દબાણુ સરખું રહે છે.

અંદરનો કાનઃ—એ ગોકળ ગાયની પીઠ **શંખલા** જેવા આકારના એક હાડકા સાથે **ત્રણુ કમાન આકારના હાડકાંના** જોડાવાથી બનેલો હોય છે. આ હાડકાંના પોલાણુમાં પ્રવાહી ભરેલું હોય છે; અને તે પ્રવાહીમાં મગજની સાથે સંબંધમાં રહેલા અનેક નાના મોટા **શ્રવણુના જ્ઞાનતંતુઓ** આવેલા હોય છે.

અવાજ શી રીતે સંભળાય છે?

જ્યારે કોઈ બોલે છે કે કાંઈ અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે ત્યારે અવાજના મોજાં ચોતરફ હવામાં ફેલાય છે એમાંના કેટલાંક મોજાં જ્યારે સાંભળનારના કાન સુધી પહોંચે છે ત્યારે કાનનો અંતર્ગોળ ભાગ

અવાજના મોજાંને એકઠાં કરી, શ્રવણ નળીમાં ધકેલે છે, પરિણામે તે મોજાંઓ કાનના ઢોલ સાથે અથડાય છે–જેથી ઢોલ ધ્રુજવા લાગે છે. ઢોલની ધ્રુજારીથી અનુક્રમે હથોડી, એરણ અને પેંગડા જેવા હાડકાં ધ્રુજે છે અને છેવટે એ ધ્રુજારી અંદરના કાનમાં ભરેલાં પ્રવાહી સુધી પહોંચે છે–પરિણામે પ્રવાહીમાં ખળભળાટ થઈ–મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે–એ મોજાંઓ શ્રવણતંતુઓને ધ્રુજાવે છે–જેથી અવાજની લાગણી છેક મગજ સુધી પહોંચે છે અને મગજને અવાજનો બોધ થાય છે.

અવાજ સાંભળવા માટેની શરતો.

(૧) અવાજ ઉત્પન્ન કરનાર વસ્તુ હોય, (૨) અવાજને લઈ જનાર કોઈ પાદાર્થિક માધ્યમ હોય (૩) અવાજના મોજાં કાન સુધી પહોંચી–કાનના પડદાને ધ્રુજાવી શકે એટલાં શક્તિશાળી હોય તો જ અવાજ સાંભળી શકાય છે.

અવાજનો હવામાં ફેલાવો અથવા અવાજનું પ્રસરણ.

જેમ પાણીમાં પથ્થર નાંખવાથી-પાણીની સપાટી ઉપર વર્તુળાકાર (circular) મોજાં અથવા તરંગો ઉત્પન્ન થાય છે અને એ **તરંગરૂપી ક્ષોભ** (disturbance) જેમ જેમ આગળ વધે છે તેમ તેમ મોટા અને મોટા થતા જઈ, ધીરે ધીરે વિલીન થઈ જાય છે. તેવીજ રીતે જ્યારે એકાદ સૂર ચીપીયા ઉપર આસ્તેથી લાકડાની હથોડી અફાળવામાં આવે છે ત્યારે ચીપીયાની બાજુઓ આમથી તેમ આગળ પાછળ ધ્રુજે છે. પરિણામે ચીપીયાની આસપાસની હવા **સંકોચ વિકાસ** પામે છે-જેથી હવામાં ચોતરફ ગોળાકાર (spherical) **સંકોચ અને વિકાસ તરંગો** (compression and rarefaction waves) ઉત્પન્ન થાય છે. એ સંકોચ અને વિકાસ તરંગોરૂપી ક્ષોભ હવામાં આગળ અને આગળ વધે છે અને છેવટે

ફોઈના સુધી પહોંચે છે ત્યારે કાનનો પડદો એ ક્ષોભ અનુસાર આંદોલિત થાય છે–પરિણામે ચીપીયાનો અવાજ સંભળાય છે.

ફોનોગ્રાફ અથવા ગ્રામોફોનઃ—આ યંત્રની શોધ **ટોમ્સ આલ્વા એડીસને** ઈ. સ. ૧૮૭૭ માં કરી હતી.

પ્રથમ એક ઓરડામાં ગાનાર વ્યક્તિ આ યંત્રના **ભુંગળા** (mouth-piece) સમક્ષ ઉભી ગાય છે–જેથી હવામાં અવાજના મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. એ મોજાં ભુંગળા વાટે થઈ–ભુંગળાના છેડે આવેલ એક પાતળા **પડદા** (Diaphragm) સાથે અથડાય છે–જેથી પડદો ધ્રુજે છે. પડદાની મધ્યમાં એક પાતળી **સોય કે પીન** રાખેલી હોવાથી એ પીન પણ આમ તેમ ધ્રુજે છે. પીનની ધ્રુજારી પ્રથમ એક મીણમાંથી બનાવેલી ગોળ ગોળ ફરતી થાળી ઉપર ગોળાકાર લીટીઓમાં નોંધાય છે–જેથી મીણની થાળી ઉપર

ગાયનનો '**ધ્વનિ લેખ**' તૈયાર થાય છે. ત્યારબાદ મીણની થાળી ઉપર વિજળીની મદદથી તાંબાનો ઢોળ ચઢાવવામાં આવે છે. આ ઢોળ ચઢાવેલી થાળી ઉપરથી એક ખાસ જાતના મિશ્ર પદાર્થમાંથી બનાવેલી કાળા રંગની 'રેકર્ડ'ની અનેક નકલો તૈયાર કરવામાં આવે છે. આ રેકર્ડ ચડાવી યંત્રને ચાવી દઈ ચાલુ કરવામાં આવે છે એટલે 'પીન' રેકર્ડ ઉપર આલેખાયેલી ગોળાકાર લીટી ઉપર ફરે છે-જેથી 'પીન' ધ્રુજે છે અને 'પીન'ના ધ્રુજવાથી **અવાજ પેટી** Sound-boxનો પડદો ધ્રુજે છે-જેથી નોંધેલા અવાજ પ્રમાણે હવામાં અવાજના મોજાં ઉત્પન્ન છે-પરિણામે મૂળ અવાજ પુનઃ સાંભળી શકાય છે.

લોહચુંબકત્વ (magnetism)

જે પદાર્થમાં લોખંડને આકર્ષવાનો ગુણ રહેલો હોય છે તે પદાર્થ લોહચુંબક (magnet) કહેવાય છે—અને એ ગુણને લોહચુંબકત્વ અથવા સંક્ષિપ્તમાં ચુંબકત્વ કહે છે.

લોહચુંબકના ગુણો:—(૧) એ લોખંડને આકર્ષે છે અને (૨) છૂટથી લટકાવવામાં આવે છે તો તે હંમેશાં ઉત્તર-દક્ષિણ દિશા તરફ રહે છે.

લોહચુંબકના પ્રકાર:—લોહચુંબકના મુખ્ય બે પ્રકાર છે. (૧) કુદરતી લોહચુંબક (Natural magnet) અને (૨) કૃત્રિમ અથવા બનાવટી લોહચુંબક (Artificial magnet)

કુદરતી લોહચુંબક:—એ લોખંડના ખનીજરૂપે કુદરતમાંથી મળી આવે છે. પહેલ વહેલાં આવા કુદરતી લોહચુંબકો એશિયા માઈનોરમાં 'મેગ્નેશીઆ' નામના પ્રાંતમાંથી મળી આવ્યાં હોવાથી તેને અંગ્રેજીમાં 'મેગ્નેટાઈટ' કહે છે. તેનું પૃથક્કરણ કરતાં એ ત્રણ ભાગ લોખંડ અને ચાર ભાગ પ્રાણવાયુનો બનેલો સંયુક્ત પદાર્થ માલૂમ પડ્યો છે. એને છૂટથી લટકાવી અગાઉના વહાણવટીઓ દિશા જાણવા માટે એનો દિશાસૂચક અથવા માર્ગદર્શક તરીકે ઉપયોગ કરતાં હોવાથી તે 'દોરનાર પથ્થર' Leading-

stone or Lode-stone તરીકે પણ ઓળખાય છે.

કૃત્રિમ ચુંબકો:-કુદરતી ચુંબકો બહુ શક્તિશાળી ન હોવાથી પોલાદ ઉપર કુદરતી ચુંબક અથવા અન્ય જોરદાર કૃત્રિમ ચુંબક અમુક પ્રકારે ઘસવાથી કે વિજળીની મદદથી કૃત્રિમ ચુંબકો બનાવવામાં આવે છે.

કૃત્રિમ ચુંબકો વિશેષે કરીને નીચેના ત્રણ ઘાટના બનાવવામાં આવે છે:-(૧) ગજ જેવો લંબચોરસ ગજીયો ચુંબક (Bar-magnet), (૨) ઘોડાની નાળ જેવો અથવા નાળાકાર (Horse-shoe magnet), અને (૩) સોય જેવો ચુંબક (needle magnet).

વ્યાખ્યાઓ;--

ધ્રુવ: (Pole):-લોહચુંબકના છેડા આગળ જે બિંદુએ લોખંડની રજકણોને આકર્ષવાની શક્તિ વધુમાં વધુ હોય છે તે બિંદુને લોહચુંબકનો ધ્રુવ કહેવાય છે. લોહચુંબકને છૂટથી લટકાવવાથી જે છેડો ઉત્તર

દિશા બતાવે છે તે ઉત્તર-ધ્રુવ-(North-Pole) અને જે છેડા દક્ષિણ દિશા બતાવે છે તે દક્ષિણ-ધ્રુવ (South-Pol) કહેવાય છે.

ચુંબકીય ધરી (magnetic-axis):-એટલે લોહચુંબકના ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવોને જોડનારી સીધી લીટી.

શિથિલધરી:-(Neutral axis):-ચુંબકની મધ્યમાં કે જ્યાં લોખંડને આકર્ષવાની શક્તિનો લગભગ અભાવ હોય છે-તેમાંથી પસાર થતી ઉભી લીટી-લોહચુંબકની શિથિલધરી કહેવાય છે.

ચુંબકીય રેખાંશ (magnetic meridian): એટલે છૂટથી લટકાવેલ ચુંબકની ચુંબકીય ધરીમાંથી પસાર થતી કાલ્પનિક ઉભી સપાટી.

ચુંબકત્વના નિયમો (Laws of magnetism):--

(૧) સમાન ધ્રુવો એક બીજાને અપાકર્ષે છે (Like poles repel each other)

(૨) અસમાન ધ્રુવો એક બીજાને આકર્ષે છે (Unlike poles attract each other).

ચુંબકત્વના નિયમો પૂરવાર કરવાનો પ્રયોગ

પ્રયોગ સાધનો:-ધરી ઉપર છૂટથી ફરી શકે એવી ચુંબકીય સોય અને ગજીયો ચુંબક,

ચુંબકીય સોયના ઉત્તર ધ્રુવ સમીપ-જ્યારે ગજીયા ચુંબકનો ઉ-ધ્રુવ લઇ જવામાં આવે છે ત્યારે સોયનો ઉ-ધ્રુવ દૂર હટે છે અર્થાત્ અપાકર્ષાય છે, અને દ-ધ્રુવ લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે સોયનો ઉ-ધ્રુવ નજીક ખેંચાય છે અર્થાત્ આકર્ષાય છે. એવી જ રીતે ચુંબકીય સોયના દક્ષિણ ધ્રુવ નજીક વારા ફરતી ગજીઆ ચુંબકનો દ-ધ્રુવ અને ઉ-ધ્રુવ-લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે સોયનો દ-ધ્રુવ અનુક્રમે અપાકર્ષાય અને આકર્ષાય છે.

ટુંકમાં:-ઉત્તર ધ્રુવ અને ઉત્તર ધ્રુવ વચ્ચે અપાકર્ષણ થાય છે; ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવ વચ્ચે

આકર્ષણ થાય છે; દક્ષિણ ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવ વચ્ચે અપાકર્ષણ થાય છે; દક્ષિણ ધ્રુવ અને ઉત્તર ધ્રુવ વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે.

અનુમાનઃ-સમ પ્રકારના ધ્રુવો એક બીજાને અપાકર્ષે છે અને વિષમ પ્રકારના ધ્રુવો એક બીજાને આકર્ષે છે.

ચુંબકીય પદાર્થો (magnetic substances):-જે પદાર્થો ચુંબક વડે આકર્ષાય છે અથવા જે ચુંબકને આકર્ષી શકે છે અને જેમાંથી બનાવટી ચુંબકો તૈયાર કરી શકાય છે તે ચુંબકીય પદાર્થો કહેવાય છે. દા. ત. પોલાદ, લોખંડ, કોબલ્ટ, નીકલ, એન્ટીમની વગેરે.

નોંધઃ-પ્રથમના બે પદાર્થો પોલાદ અને લોખંડ લોહચુંબકવડે સારા પ્રમાણમાં આકર્ષાય છે જ્યારે બાકીના ત્રણ પદાર્થો જુજ પ્રમાણમાં આકર્ષાય છે.

ચુંબક અને ચુંબકીય પદાર્થ વચ્ચે રહેલો તફાવત

ચુંબક

(૧) લોખંડ વગેરેને આકર્ષી શકે છે.

(૨) છુટથી લટકાવવામાં અગર લાકડાના કકડા કે બૂચ ઉપર મૂકી પાણીમાં તરતો રાખવામાં આવે તો તે હમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે.

(૩) અન્ય ચુંબકના કોઈ પણ ધ્રુવ વડે તેનો એક છેડો આકર્ષાય છે જ્યારે બીજો છેડો અપાકર્ષાય છે.

ચુંબકીય પદાર્થ.

(૧) લોખંડ વગેરેને આકર્ષી શકતો નથી.

(૨) ગમે તે દિશામાં રહે છે.

(૩) અન્ય ચુંબકના કોઈ પણ ધ્રુવ વડે તેના બન્ને છેડાઓ હંમેશાં આકર્ષાય છે.

નોંધઃ-છેલ્લી બાબત ઉપરથી ખાત્રી થાય છે કે લોહચુંબકને પારખવા માટે અપાકર્ષણ એજ માત્ર ખાત્રી ભર્યો ઈલાજ છે. (Repulsion is a sure test of a magnet)

છૂટથી લટકાવેલો લોહચુંબક હમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ કેમ રહે છે ?—આનું કારણ એ છે કે પૃથ્વી પોતે એક મહાન લોહચુંબક તરીકે વર્તે છે. પૃથ્વીરૂપી ચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ ભૌગોલિક ઉત્તર એટલે કે ઉત્તર દિશામાં આવેલો હોવાથી-પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ગમે તે સ્થળે લટકાવેલ લોહચુંબકના ઉ-ધ્રુવને આકર્ષે છે-જેથી કોઈપણ ચુંબકનો ઉ-ધ્રુવ ઉત્તર દિશા તરફજ રહે છે. એવીજ રીતે ચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ દક્ષિણ દિશામાં આવેલા પૃથ્વીરૂપી ચુંબકના ઉ-ધ્રુવવડે આકર્ષાતો હોવાથી—દક્ષિણ દિશામાં રહે છે.

પૃથ્વી રૂપી ચુંબકની અસરથી કોઈ પણ લોહ-ચુંબક હમેશાં ઉત્તર-દક્ષિણ રહે છે એ ખરૂં-પરંતુ

તે કોઈ પણ બાજુ ખેંચાઈ જતો નથી. આનું કારણ એ છે પૃથ્વીરૂપી ચુંબકના એક ધ્રુવથી લોહચુંબકનો અસમાન ધ્રુવ જેટલા બળથી આકર્ષાય છે તેટલા જ બળથી લોહચુંબકનો સમાન ધ્રુવ અપાકર્ષાય છે.

કૃત્રિમ ચુંબકો બનાવવાની રીતો:-

કૃત્રિમ ચુંબકો નીચેની બે રીતે બનાવવામાં આવે છે-(૧) સ્પર્શ અથવા ઘર્ષણથી અને (૨) વિજળીના પ્રવાહથી.

ઘર્ષણ રીત:-(અ) એક ગજવેલની સોય કે પટી લઇ તેના એક છેડા ઉપર કોઈ શક્તિશાળી ચુંબકનો એક ધ્રુવ મુકી ચુંબકને પટીના બીજા છેડા સુધી ઘસતા લઈ જાઓ. ચુંબકને ઉઠાવી લઈ ફરી પાછો પહેલા છેડા ઉપર મુકી બીજા છેડા તરફ ઘસી આમ ચારથી પાંચ વખત એક જ દિશામાં ઘસવાથી ગજવેલની પટી ચુંબક બની જાય છે. પટીને

જે છેડે છે ધ્રુવ વડે ઘસવાનું શરૂ કર્યું હોય છે તે છેડો તેજ પ્રકારનો ધ્રુવ બને છે અને બીજો છેડો એથી વિરૂદ્ધ પ્રકારનો ધ્રુવ બને છે. ચુંબક બનાવવાની આ રીતને અંગ્રેજીમાં Single touch method કહે છે.

(ब) એક ગજવેલની પટ્ટીને ટેબલ ઉપર ગોઠવો તેની મધ્યમાં એક ગજીઆ ચુંબકનો ઉ. ધ્રુવ અને બીજા ચુંબકનો દ. ધ્રુવ પાસે પાસે રાખી ઉ. ધ્રુવને પટ્ટીના એક છેડા તરફ અને દ. ધ્રુવને પટ્ટીના બીજા છેડા તરફ ઘસતા સામસામા લઈ જાઓ ફરી પાછા મધ્યમાં લાવી એ ક્રિયા ચારથી પાંચ વખત કરશો તો ગજવેલની પટ્ટી એક જોરદાર ચુંબક બની જશે. પટ્ટીના જે છેડા પાસે ગજીઆ ચુંબકનો ઉ-ધ્રુવ આવે છે તે છેડો દ ધ્રુવ અને દ. ધ્રુવ આવે છે તે ઉ. ધ્રુવ બને છે. ચુંબક બનાવવાની આ રીતને અંગ્રેજીમાં Divided-touch method કહે છે.

વિદ્યુત્ રીતઃ-એક પોલાદના સળીઆની આસપાસ સુતરથી કે રેશમથી મઢેલો તાંબાનો તાર વિંટાળો. તારના બે છૂટા છેડાઓ ચાલુ બેટરી સાથે જોડી-બેટરીમાંથી તારના ગુંછળા(વિંટા)માંથી વિદ્યુત્-પ્રવાહ વહેવડાવવામાં આવે છે એટલે ગુંછળાની અંદર રહેલ પોલાદનો સળીઓ કાયમી (Permanent) લોહચુંબક બની જાય છે.

પોલાદનો સળીઆના બદલે નરમ લોખંડનો સળીઓ મૂકી-બેટરીમાંથી તારના ગુંછળમાંથી વિદ્યુત્-પ્રવાહ વહેવડાવવામાં આવે છે. તો તે સળીઓ ક્ષણિક (Temperory) ચુંબક બની જાય છે-એટલે કે જ્યાં સુધી વિદ્યુત્-પ્રવાહ વહેવો ચાલુ રહે છે ત્યાં સુધી જ તે એક જોરદાર ચુંબક તરીકે વર્તે છે. પરંતુ જે ક્ષણે વિદ્યુત્-પ્રવાહ વહેવો બંધ થાય છે તે ક્ષણે તેનું ચુંબકપણું ચાલ્યું જાય છે. આવી જાતના નરમ લોખંડમાંથી બનતા ક્ષણિક ચુંબકોને વિદ્યુત્-ચુંબકો (Electro-magnets) કહે છે.

ટુંકમાં પોલાદમાંથી કાયમી પરંતુ ઓછી શક્તિવાળા ચુંબકો બનાવી શકાય છે જ્યારે નરમ લોખંડમાંથી ક્ષણિક પરંતુ ખૂબ જોરદાર ચુંબકો તૈયાર કરી શકાય છે.

લોહચુંબકત્વ નાશ કરવાની રીતોઃ-(૧) લોહચુંબકને ખૂબ તપાવવાથી, (૨) વારંવાર હથોડા વતી ટીપવાથી કે ઉંચેથી પટકવાથી, (૩) તેના ઉપર કાટ ચઢવાથી, (૪) તેનો દુરૂપયોગ કરવાથી, (૫) બે ચુંબકના સમાન ધ્રુવો લાંબો વખત એક બીજાની પાસે પાસે રાખવાથી લોહચુંબકનો ચુંબક ગુણ ધીરે ધીરે નબળો પડી અંતે નાશ પામે છે.

લોહચુંબકના ટુકડા કરવાથી શું પરિણામ આવે છે?

એક લોહચુંબકની પટીના મધ્યમાંથી કરેલા બે ટુકડા સંપુર્ણ ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવવાળા ચુંબકો માલમ પડે છે. એ બે ટુકડાના ચાર કે અનેક બારિક ટુક-

ડાઓ કરવામાં આવે છે તો પણ દરેક નાનો ટુકડો બે ધ્રુવવાળો સંપુર્ણ ચુંબક માલમ પડે છે. જો કે તેની શક્તિ મૂળ ચુંબક કરતાં પ્રમાણમાં ઘણી જ ઓછી હોય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે લોહચુંબકનું પ્રત્યેક રજકણ (અણુ) બે ધ્રુવવાળું સંપુર્ણ ચુંબક હોય છે. આથી સ્પષ્ટ થાય છે કે કોઇ પણ સંયેાગેામાં એક ધ્રુવવાળો ચુંબક પ્રાપ્ત થઈ શકતો નથી.

ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને ચુંબક બળરેષાઓ:-

લોહચુંબકની આસપાસની જેટલી જગ્યામાં ચુંબકની અસર રહેલી હોય છે તેટલી જગ્યાને ચુંબકીય-ક્ષેત્ર (magnetic-field) કહે છે. આ ક્ષેત્રમાં દરેક સ્થળે અમુક ચોક્કસ દિશામાં પ્રવર્તતું ચુંબક-બળ (magnetic force) રહેલું હોય છે ચુંબક-બળના માર્ગને ચુંબકબળરેષા (Lines of magnetic force) કહે છે.

ચુંબક બળરેખાઓ ચુંબકની આસપાસ કેવી રીતે ગોઠવાએલી હોય છે તેનો ખ્યાલ નીચેના પ્રયોગ ઉપરથી આવી શકશે.

પ્રયોગઃ—એક ગજીયા ચુંબકને ટેબલ ઉપર મૂકી–તેની ઉપર એકાદ સફેદ પુંઠું કે કાચની તકતી ઉપર લોખંડના વ્હેરનો આછો છંટકાવ કરી–પુંઠા ઉપર આંગળી વતી ટકોરી મારવામાં આવે છે તો તે લોખંડનો વ્હેર અર્ધ વર્તુળાકાર રેષાઓમાં ગોઠવાઈ જાય છે. એ રેષાઓ તે જ ચુંબક બળની રેષાઓ હોય છે. એ રેષાઓને તપાસતાં માલમ પડે છે કે–તે ચુંબકના ધ્રુવો આગળ બહુ જ ઘાડી હોય છે, ચુંબકના મધ્ય ભાગની આસપાસ બહુ જ જુજ પ્રમાણમાં હોય છે અને ઉ. ધ્રુવથી શરૂ થઈ દ. ધ્રુવ સુધી ગએલી હોય છે.

ચુંબકીય ઉપપાદન(magnetic induction) જ્યારે કોઈ નરમ લોખંડના ટુકડા પાસે એકાદ જોર-

દાર લોહચુંબક લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે તે લોખં-ડનો ટુકડો ક્ષણિક ચુંબક બની જાય છે; એટલે કે જ્યાંસુધી લોહચુંબક, તે ટુકડાની સમીપ રહે છે ત્યાં સુધી જ તે ચુંબકની પેઠે વર્તે છે. સમીપવર્તી લોહ-ચુંબકની હાજરીથી લોખંડે પ્રાપ્ત કરેલું આ ક્ષણિક ચુંબકત્વ ઉપપાદિત ચુંબકત્વ Induced magnetism કહે છે. ઉપપાદનને લીધે લોખંડના ટુકડાનો નજીકનો છેડો ઉપપાદક ધ્રુવથી વિરૂદ્ધ પ્રકારનો ધ્રુવ બને છે અને દૂરનો છેડો સમપ્રકારનો ધ્રુવ બને છે.

લોહચુંબક લોખંડને કેમ આકર્ષે છે.

જેવો લોહચુંબક લોખંડની વસ્તુની સમીપ લઇ જવામાં આવે છે કે તુરતજ ઉપપાદન ક્રિયાને લીધે તે વસ્તુના નજીકના છેડામાં વિષમ પ્રકારનો ધ્રુવ ઉપ-પાદિત થાય છે. પરિણામે બે અસમાન ધ્રુવો (ઉપ-પાદક ધ્રુવ અને ઉપપાદિત ધ્રુવ) એકબીજાને આકર્ષતા હોવાથી લોખંડની વસ્તુનું આકર્ષણ થાય છે. (જો

લોહચુંબક છુટથી ફરી શકતો હોય અને લોખંડની વસ્તુ હાથમાં ધરી રાખી હોય તો લોખંડ લોહચુંબકને આકર્ષી શકે છે) ટુંકમાં ઉપપાદન આકર્ષણનું પુરોગામી છે.

ખલાસીઓનુ હોકાયંત્ર–(Mariner's compass):–દિશાઓ જાણવા માટે વહાણોમાં તથા વિમાનોમાં વપરાતું આ એક જાણીતું ઉપયોગી સાધન છે. એમાં એક બહુજ નાજુક ચુંબકીય સોય વપરાએલી હોય છે. અને '૩૨' દિશા આંકેલો એક કાગળનો ચન્દો (dial) હોય છે.

સોયને ચંદાની નીચે એક ડબીમાંની મધ્યમાં ઉભી ધરી ઉપર ગોળ ગોળ ફરી શકે એમ ટકવેલી હોય છે. સોય સ્થિર હોય છે ત્યારે તે હમેશાં ઉત્તર–દક્ષિણ રહે છે. જ્યારે દિશા જાણવી હોય છે ત્યારે ચન્દા ઉપર દોરેલી ઉત્તર–દક્ષિણ લીટી સોયની બરાબર ઉપર રહે એમ પ્રથમ ગોઠવણી કરવી પડે

છે. અગાઉનું હોકાયંત્ર વહાણની ડામાડોળ સ્થિતિ વખતે તદ્દન નકામું હોવાથી લોર્ડ કેલ્વીન નામના વિજ્ઞાનીએ તેમાં અનેક સુધારા વધારા કરી હાલનું હોકાયંત્ર તૈયાર કર્યું હતું—એમાં વહાણ ડોલે છતાં પણ સોય હંમેશાં સમક્ષિતિજ રહે છે. જેથી વહાણ કઇ દિશામાં ગતિ કરે છે, તે ડબી સાથે જડેલા એક દર્શક વડે સહેલાઇથી જાણી શકાય છે પરિણામે હાલનું હોકાયંત્ર વહાણવટીઓને અને વિમાનીઓને એક આર્શિવાદ સમાન થઇ પડયું છે.

વિદ્યુત (Electricity)

- સ્થિરવિદ્યુત (static electricity)
  - ઘર્ષણ વિદ્યુત (Frictional electricity)
- પ્રવાહવિદ્યુત (Dynamic or current electricity)

સ્થિર વિદ્યુત

ઈ. સ. ૬૦૦ વર્ષ પૂર્વે 'થેઈલ્સ' નામના તત્ત્વવેત્તાએ શોધી કાઢયું હતું કે કેરબા (Amber) ને રેશમ વડે ઘસવાથી–'કેરબો કાગળ, પીંછા, વાળ જેવી હલકી ચીજોને આકર્ષી શકે છે.' થેઈલ્સની આ શોધ સૈકાઓ સુધી એમને એમ પડી રહી. છેવટે ૧૬ મી સદીના અંતે રાણી ઈલીઝાબેથના અંગત ડૉકટર વીલિયમ ગીલબર્ટે અનેક પ્રયોગો કરી શોધી કાઢયું કે કેરબા સિવાય અન્ય પદાર્થો જેવા કે કાચ, અબનુસ (Ebonite,), લાખ, ગંધક ઇત્યાદિ અનુકુળ પદાર્થો જેવા કે રેશમ, ઊન, બિલાડીના ચામડા વડે ઘસવામાં આવે તો તે પદાર્થો પણ કેરબાની જેમ કાગળ જેવી હલકી વસ્તુઓ આકર્ષી શકે છે. કેરબાના ગ્રીક શબ્દ 'Elecktron' ઉપરથી ડૉ. ગીલબર્ટે આ આકર્ષવાની શક્તિને Electricity એવું નામ આપ્યું જે આપણી ભાષામાં વિજળી અથવા

વિદ્યુત તરીકે ઓળખાય છે. ઘસારાથી ઉત્પન્ન થતી આ વિદ્યુતને ઘર્ષણ-વિદ્યુત્ કહેવામાં આવે છે.

વિદ્યુતના પ્રકાર: –કાચના સળીઆને, રેશમના રૂમાલ વડે અને અબનુસ (લાખ કે ગંધક) ના સળીઆને ઊન કે બિલાડીના ચામડા વડે ઘસવામાં આવે છે તેા કાચના સળીઆ તથા અબનુસ (લાખ કે ગંધક) ના સળીઆ ઉપર જુદા જુદા પ્રકારની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે. કાચના સળીઆ ઉપર જે જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેને ધન(+) વિદ્યુત Positive Electricity અને અબનુસ (લાખ કે ગંધક) ઉપર જે જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે. તેને ઋણ (–) વિદ્યુત Negative Electricity કહેવામાં આવે છે. ટુંકમાં વિદ્યુત ધન અને ઋણ એમ બે પ્રકારની હેાય છે.

ઘર્ષણ વિદ્યુતના નિયમેા—(Laws of Electrification) (૧) જ્યારે ધન વિદ્યુન્યુક્ત

કાચના સળીઆને કાચના સ્ટેન્ડ ઉપર રેશમની દોરી વતી લટકાવેલી બરૂના ગરની ગોળી (Pith-ball) સમક્ષ લઇ જવામાં આવે છે. ત્યારે તે ગરની ગોળી હલકી હોવાથી પ્રથમ આકર્ષાય છે અને આકર્ષાઈને જેવી કાચના સળીઆને અડકે છે કે તુરતજ તે સળીઆમાંથી થોડી ઘણી ધન વિદ્યુત્ મેળવી ધન વિદ્યુતવાન બને છે અને અપાકર્ષાય છે.

(૨) હવે જ્યારે એ **ધન** વિદ્યુતવાન બનેલ ગરની ગોળી પાસે **ઋણ** વિદ્યુન્યુક્ત અબુનસનો સળીઓ લાવવામાં આવે છે ત્યારે તે ગોળી આકર્ષાય છે.

(૩) એવી જ રીતે ઋણ વિદ્યુત્વાન બનાવેલી ગરની ગોળી ધનવિદ્યુન્યુક્ત કાચના સળીઆ વડે આકર્ષાય છે અને ઋણ વિદ્યુન્યુક્ત અબનુસના સળીઆ વડે અપાકર્ષાય છે.

ટુંકમાં:-ધનવિદ્યુત્ ધનવિદ્યુત્‌ને અપાકર્ષે છે.

ઋણવિદ્યુત્ ધનવિદ્યુત્‌ને આકર્ષે છે.

ધનવિદ્યુત્ ઋણવિદ્યુત્‌ને આકર્ષે છે.

ઋણવિદ્યુત્ ઋણવિદ્યુત્‌ને અપાકર્ષે છે.

આ ઉપરથી નિચેના નિયમો તારવી કાઢવામાં આવ્યાં છે.

(૧) સમપ્રકારની વિદ્યુત્ અરસપરસ અપાકર્ષે છે.

(૨) વિષમ પ્રકારની વિદ્યુત્ અરસપરસ અપાકર્ષે છે.

અપાકર્ષણ વિદ્યુત્‌વાન વસ્તુની સાચી કસોટી છે (Repulsion is a sure test of electrification)

પ્રયોગઃ—એકેક ગરની ગોળી બે જુદા જુદા કાચના સ્ટેન્ડ ઉપર રેશમની દોરી વતી લટકાવો. એક ગોળીને ધારો કે ધનવિદ્યુત્ આપવામાં આવી છે અને બીજી સાદી છે. હવે જો બન્ને ગોળી સમક્ષ

ઋણવિદ્યુન્યુક્ત અબનુસનો સળીઓ લઈ જશો તો માલમ પડશે કે બન્ને ગોળીઓ આકર્ષાય છે—આ ઉપરથી કઈ ગોળી વિદ્યુત્વાન છે એ કહી શકાતું નથી. ત્યારબાદ ધનવિદ્યુન્યુક્ત કાચનો સળીઓ વારાફરતી બન્ને ગોળીઓ પાસે લઇ જશો તો માલમ પડશે કે એક ગોળી આકર્ષાય છે અને બીજી અપાકર્ષાય છે. જે ગોળી અપાકર્ષાય તે વિદ્યુત્વાન ગોળી છે એમ સહેજે કહી શકાય. આ ઉપરથી અપાકર્ષણ એજ વિદ્યુન્યુક્ત વસ્તુને પારખી કાઢવા માટેનો ખાત્રીબંધ ઈલાજ છે.

વિદ્યુત્–દર્શક (Electro-scope)

વિદ્યુત્–દર્શક કોઈ પણ વસ્તુ વિદ્યુત્વાન છે કે નહિ તે દર્શાવે છે, તદુપરાંત વિદ્યુતનો પ્રકાર તથા વિદ્યુતનું પ્રમાણ નક્કી કરે છે. વિદ્યુત્–દર્શક બે જાતનાં હોય છે. (૧) બરૂના ગરની ગોળીનું વિદ્યુત-દર્શક અને (૨) સોનાના વરખનું વિદ્યુત્–દર્શક.

બરૂના ગરની ગોળીનું વિદ્યુત-દર્શક—આગળ કહી ગયા પ્રમાણે ગરની ગોળી કાચના સ્ટેન્ડ ઉપ૨ રેશમની દોરી વડે લટકાવી તૈયાર કરી શકાય છે. તે ગોળી, હલકી હોવાથી, તેની નજીકમાં લાવવામ આવેલ કોઇ પણ વિદ્યુન્મય (ધન કે ઋણ) વસ્તુ વડે આકર્ષાય છે. દૂરથી આકર્ષાય તો તેની સમક્ષ લાવવામાં આવેલી વસ્તુમાં વિદ્યુત્-ભાર Electric charge) વધારે છે અને તદ્દન નજીકથી આકર્ષાય તો તે વસ્તુમાં વિદ્યુત્-ભાર ઓછો છે એમ જાણી શકાય છે. વળી જો પ્રથમથી ગરની ગોળીને અમુક પ્રકારની વિદ્યુત્ આપી હોય છે તો તેની સમક્ષ લાવવામાં આવેલી વિદ્યુન્મય વસ્તુ ઉપર કયા પ્રકારની વિદ્યુત છે તે પણ નક્કી કરી શકાય છે. ગોળી આકર્ષાય તો ગોળાથી વિરૂદ્ધ પ્રકારની અને અપાકર્ષાય તો સમ પ્રકારની વિદ્યુત જાણવી.

સોનાના વરખનું વિદ્યુત્-દર્શક (Gold-leaf Electro-scope) **રચના**:—એમાં એક કાચની

બરણી વપરાએલી હોય છે. એ બરણીના ગળામાં એક લાકડાનો પોલો દટ્ટો બેસારેલો હોય છે. દટ્ટાના પોલાણમાં ગંધક ભરેલો હોય છે—અને તેની મધ્ય-માંથી એક પિત્તળનો સળીઓ દાખલ કરેલો હોય છે. સળીઆના બહારના છેડે પિત્તળની એક ગોળી (Knob) કે તાસક (disc) જડેલી હોય છે—અને અંદરના છેડે સોનાના વરખની બે પટીઓ લગાવેલી હોય છે.

કાર્ય:—જ્યારે કોઈ વિદ્યુતવાન સળીઓ, વિદ્યુત-દર્શકની ગોળી કે તાસકને અડકાડવામાં આવે છે (અથવા તેની પાસે લઈ જવામાં આવે છે) ત્યારે વિદ્યુતવાન સળીઆમાં જે પ્રકારની વિદ્યુત હોય છે તેજ પ્રકારની વિદ્યુત નીચે ઉતરે છે. જેથી સોનાના વરખની બે પટીઓ એકજ પ્રકારની વિદ્યુત મેળવી એક બીજાને અપાકર્ષી પહોળી થાય છે. પટીઓ પહોળી થાય તોજ દર્શકના સંબંધમાં આવેલ સળીઓ વિદ્યુતવાન છે એમ કહી શકાય છે. પટીઓ વધારે

પહોળી થાય તો તે સળીઆ ઉપરનો વિદ્યુત્-ભાર વધારે છે અને ઓછી પહોળી થાય તો ઓછો છે એમ સહેજે જાણી શકાય છે. દર્શકની વરખની પટીઓને પહેલેથી અમુક પ્રકારની વિદ્યુત્ આપી-દર્શકની સમીપ કોઈ વિદ્યુત્વાન પદાર્થ લાવવામાં આવે અને જો પટીઓ વધારે પહોળી થાય તો તે પદાર્થ ઉપર, દર્શકને આપવામાં આવી હોય એજ પ્રકારની વિદ્યુત્ છે અને સંકોચાય તો તેથી વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુત્ છે એમ કહી શકાય.

વિદ્યુત્-વાહકો, મંદ વાહકો અને અવાહકો-

જે પદાર્થો ઉપરથી વિજળી ઘણીજ સહેલાઇથી પસાર થઇ શકે છે અર્થાત્ વહી શકે છે તે પદાર્થોને **વિદ્યુત્-વાહકો** (Conductors of Electricity) કહે છે. દાખલા તરીકે:-આપણું શરીર, વનસ્પતિના લીલાં ભાગો, ધાતુઓ, પૃથ્વી, તેજાબ અને ક્ષારવાળાં દ્રાવણ, ગ્રેફાઈટ વગેરે વગેરે.

જે પદાર્થો ઉપરથી વિજળી ધીરેધીરે પસાર થઈ શકે છે તે પદાર્થો **વિદ્યુત્‌ના મંદ વાહકો** કહેવાય છે. દાખલા તરીકે–શુદ્ધ પાણી, સુકું લાકડું, ઝીની હવા, કાગળ, રૂ વગેરે.

જે પદાર્થો ઉપરથી વિજળી મહા મુશ્કેલીએ પસાર થઈ શકે છે અર્થાત્ જે પદાર્થો વિજળીનો અવરોધ કરે છે તે વિદ્યુત્‌ના અવાહકો અથવા રોધક પદાર્થો (Insulators) કહેવાય છે. દાખલા તરીકે:– સુકી હવા, કાચ, હીરો, રેશમ, રબર, લાખ, પેરેફીન, અબરખ ઇત્યાદિ ઇત્યાદિ.

અત્યાર સુધી આપણે એક વસ્તુને બીજી વસ્તુ સાથે ઘસવાથી જે વસ્તુ ઘસાય છે તેના ઉપર જે જાતની વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે તે વિષે જ વિચાર કર્યો છે; દાખલા તરીકે કાચને રેશમ વડે અને અબ-નુસને ઊન વડે ઘસવાથી કાચ અને અબનુસ ઉપર શું અસર થાય છે તે આપણે જોયું, પરંતુ રેશમ

અને ભીન ઉપર શું અસર થાય છે તેનો વિચાર કર્યો નથી. ચોક્કસ પ્રયોગો ઉપરથી એવું સાબિત થયું છે કે 'જેટલા પ્રમાણમાં ઘસાએલ પદાર્થ ઉપર એક જાતની વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે તેટલાજ પ્રમાણમાં ઘસનાર પદાર્થ ઉપર એથી વિરૂદ્ધ જાતની વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે.'–જેમકે કાચ ઉપર જેટલી ધન + વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે તેટલી જ રેશમ ઉપર ઋણ–વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે.

સ્થિર વિદ્યુત્ ઉપપાદન (Electro–Static Induction):

જ્યારે કોઈ વિદ્યુતવાન સળીઆને–પૃથ્વીથી અલગ કરેલા વિદ્યુત્–વાહકની સમીપ લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે તે વિદ્યુત્–વાહક જ્યાંસુધી વિદ્યુત્વાન સળીઓ તેની સમીપમાં રહે છે ત્યાં સુધી એટલે કે ક્ષણિક વિદ્યુન્મય બને છે. વિદ્યુત્વાન સળીઆની સમીપતાથી વાહકમાં ઉત્પન્ન થતી ક્ષણિક વિદ્યુત્ને

ઉપપાદિત વિદ્યુત્ કહે છે અને એ ક્રિયાને **સ્થિર-વિદ્યુત્ ઉપપાદન** કહે છે.

વાહકના નજીકના છેડામાં ઉપપાદક વિદ્યુતથી **વિષમ** પ્રકારની અને દૂરના છેડામાં **સમ** પ્રકારની વિદ્યુત્ ઉપપાદિત થાય છે.

આથી સ્પષ્ટ થાય છે કે વિદ્યુત્વાન સળીઓ હલકી વસ્તુઓ કેમ આકર્ષે છે.

સોનાના વરખના વિદ્યુત્-દર્શકને ઉપપાદનથી વિજળીવાળો બનાવવો.

(૧) જ્યારે વિદ્યુત્-દર્શકની તાસક પાસે ઋણ-વિદ્યુત્વાળો અબનુસનો સળીઓ લાવવામાં આવે છે ત્યારે ઉપપાદનની ક્રિયાને લીધે તાસક ઉપર+વિદ્યુત્ અને દૂરના વરખના પાના ઉપર-વિદ્યુત્ ઉપપાદિત થાય છે; પરિણામે વરખના પાના પહોળા થાય છે.

(૨) હવે જો અબનુસના સળીઆને તાસકની નજીક એની એ સ્થિતિમાં રાખી, તાસકને આંગળી

વડે અડકવામાં આવે છે કે તુરત જ વરખના પાના બીડાઇ જાય છે. આમ થવાનું કારણુ એ છે કે તાસક ઉપર ઉપપાદિત થએલી + વિદ્યુત્ અબનુસના સળીઆની(−)વિદ્યુત્ વડે આકર્ષાએલી હોવાથી—તાસકને આંગળી અડકે છે છતાં પણ તે વિદ્યુત્ આંગળી વાટે શરીરમાં થઈ, પૃથ્વીમાં ચાલી જતી નથી; પરંતુ વરખના પાના ઉપર ઉપપાદિત થએલી(−)વિદ્યુત્ સ્વતંત્ર (Free) હોવાથી આંગળી વાટ શરીરમાં થઇ પૃથ્વીમાં ચાલી જાય છે, જેથી વરખના પાના બીડાઈ જાય છે.

(૩) હવે જો દર્શકની તાસક ઉપરથી આંગળી ઉઠાવી લઇ, અબનુસનો સળીઓ દૂર ખસેડી લેવામાં આવે છે તો વરખના બીડાઈ ગએલાં પાના પુનઃ પહોળાં થાય છે. આમ થવાનું કારણુ એ છે કે તાસક ઉપર રહેલી બદ્ધ (Bound) + વિદ્યુત્ આકર્ષનાર સળીઓ દૂર થવાથી, છુટી થઇ, પાના સુધી નીચે ઉતરે છે. પરિણામે બન્ને પાના એકજ પ્રકારની +

વિદ્યુત્ મેળવતાં અરસપરસ અપાકર્ષી–પહોળાં થાય છે.

(૪) પરંતુ જો અબનુસનો સળીઓ દૂર ખસેડી લીધાં બાદ તાસક ઉપરથી આંગળી ઉઠાવી લેવામાં આવે તો તાસક ઉપર રહેલી + વિદ્યુત્‌ને પૃથ્વીમાં ચાલી જવાની તક મળે છે જેથી વરખના પાના બીડાએલાં જ રહે છે.

ટુંકમાં કોઈ પણ વિદ્યુત્–વાહકને ઉપપાદક વિદ્યુત્-ભારથી વિરૂદ્ધ પ્રકારનો વિદ્યુત્–ભાર ઉપરની ક્રિયા કરવાથી આપી શકાય છે.

નોંધઃ–વિદ્યુત્‌વાન પદાર્થના સ્પર્શથી વાહક પદાર્થ ઉપર જે પ્રકારનો વિદ્યુત્–ભાર હોય છે તેજ પ્રકારનો વિદ્યુત–ભાર આપી શકાય છે.

સ્થિર-વિદ્યુત્ ઉપપાદન અને ચુંબકીય ઉપપાદનની સરખામણી.

વિદ્યુત્–ઉપપાદન

(૧) કોઈ પણ વિદ્યુત્–વાહક પદાર્થમાં વિદ્યુત્ ઉપપાદિત થઈ શકે છે.

(૨) વાહકના નજીકના છેડે વિષમ અને દૂરના છેડે સમ વિદ્યુત્ ઉપપાદિત થાય છે.

(૩) વાહકને કાપવાથી બન્ને છેડે ઉપપાદિત થએલી વિદ્યુતને છુટી કરી શકાય છે.

ચુંબકીય ઉપપાદન

(૧) ચુંબકીય પદાર્થો સિવાય અન્ય પદાર્થોમાં ચુંબકત્વ ઉપપાદિત થઈ શકતું નથી.

(૨) ચુંબકીય પદાર્થોના નજીકના છેડે વિષમ અને દૂરના છેડે સમ ધ્રુવ ઉપપાદિત થાય છે.

(૩) ચુંબકીય પદાર્થને કાપવાથી ઉપપાદિત ધ્રુવો છુટા પાડી શકાતા નથી.

વિદ્યુત્-વાહક પદાર્થો ઉપર વિદ્યુતનું પ્રસરણ:-

જૂદા જૂદા આકારના વિદ્યુત્-વાહકોને વિદ્યુત્-ભાર આપવામાં આવે છે તો તેમની સપાટી ઉપર જૂદે જૂદે સ્થળે આકાર પ્રમાણે વિદ્યુત્-ભારનું પ્રસરણ એક સરખું અથવા તો ઓછા વધતા પ્રમાણમાં

માલુમ પડે છે. દાખલા તરીકે ગોળાકાર વાહકની સપાટી ઉપર વિદ્યુત્‌નું પ્રસરણ એકધારું હોય છે. પરંતુ લંબગોળાકાર, ચોરસ-નળાકાર વાહકોની સપાટી ઉપર વચ્ચેના ભાગ કરતાં છેડાઓ ઉપર વધારે પ્રમાણમાં વિદ્યુત્‌ એકઠી થએલી હોય છે અર્થાત્‌ ખુણા ઉપર કે વળાંકવાળા ભાગ ઉપર વિદ્યુત્‌નું પ્રમાણ વધારે હોય છે. શંકુ આકારના અણીદાર વાહકોની અણી ઉપર વિદ્યુત્‌નું પ્રમાણ ખૂબ જ વધારે હોય છે

વાહકની બહારની સપાટી ઉપર જ વિદ્યુત્‌ રહે છે. (Electricity resides on the outer surface of a conductor):—એક પોકળ પૃથ્વીથી અલગ કરેલો વિદ્યુત્‌-વાહક લઈ-તેને અંદરથી કે બહારથી વિદ્યુત્‌-ભાર આપી તપાસવામાં આવે છે તો અંદરની સપાટી ઉપર જરા પણ વિદ્યુત્‌-ભાર રહેલો માલમ પડતો નથી, પરન્તુ સઘળો વિદ્યુત્‌-ભાર બહારની સપાટી ઉપર રહેલો માલમ પડે છે.

અણીદાર વાહકની અણીમાંથી થતું વિદ્યુત -વિસર્જન (Discharging effect through points):—

આપણે જોઈ ગયા કે અણી ઉપર વિદ્યુત્-ભાર ખૂબ પ્રમાણમાં એકઠો થએલો હોય છે અર્થાત્ અણી ઉપર વિદ્યુત્-ભારની ઘનતા વધારેમાં વધારે હોય છે. આનું પરિણામ એ આવે છે કે અણીવાળા ભાગ આગળથી વિદ્યુત્ ઝપાટાબંધ હવામાં ચાલી જાય છે અને અણીદાર વાહક ટુંક સમયમાં વિદ્યુ-ન્મુક્ત બને છે. અણીમાંથી હવામાં ચાલી જતી વિદ્યુતને વિદ્યુત્-વિસર્જન કહે છે.

નોંધ:—અણીમાંથી વિદ્યુત્-વિસર્જન થતું હોવાથી વિદ્યુત્ સાચવી રાખવા માટેના વાહકોની સપાટી અણીદાર કે ખૂણા પડતી ન રાખતાં તદ્દન ગોળાકાર રાખવામાં આવે છે.

વિદ્યુત્-તણખો અથવા વિદ્યુત્-ચીનગારી (Electric-spark)

જ્યારે બે વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુન્મય વસ્તુઓને એક બીજાંની તદ્દન નજીક લાવવામાં આવે છે ત્યારે વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુત્ વચ્ચે થતું અરસપરસ આકર્ષણ ખૂબ જ વધી જાય છે–પરિણામે નજીકમાં લાવેલી બન્ને વિદ્યુન્મય વસ્તુઓ પોતપોતાનો વિદ્યુત-ભાર ગુમાવી બેસી-અવાજ સહિત તણખો ઉત્પન્ન કરે છે–એટલે કે વિદ્યુત્ શકિત પ્રકાશ અને અવાજમાં પરિણમે છે. એ વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુન્મય વસ્તુઓને બદલે કોઈ પણ જાતની વિજળીવાળી વસ્તુ-વિજળી વિનાના વાહકની સમીપમાં લાવવાથી વિદ્યુન્મય વસ્તુ અને વાહક વચ્ચે તણખો ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આકાશમાં ચમકતી વિજળી મોટા પાયા ઉપર થતો એક પ્રકારનો વિદ્યુત-તણખો છે. એ તણખો જો વિદ્યુન્મય વાદળ અને પૃથ્વી વચ્ચે થાય તો આપણે વિજળી પડી એમ કહીએ છીએ.

વિદ્યુત્ ધારણ શક્તિ (Capacity for holding electricity) કોઇ પણ વાહકની વિદ્યુત

ધારણુ કરવાની શક્તિ, વાહકની સપાટીના વિસ્તાર ઉપર આધાર રાખે છે. વિસ્તાર વધારવાથી વાહકની વિદ્યુત્ ધારણુ કરવાની શક્તિમાં વધારો કરી શકાય છે—પરંતુ વિસ્તાર એનો એ રાખી વાહકની વિદ્યુત્-ધારણુ શક્તિમાં વધારો કરવો હોય તો તેની સમીપ અન્ય પૃથ્વીના સંબંધમાં રહેલો વાહક લાવવાથી કરી શકાય છે. આવી જાતની કૃત્રિમ યોજનાને વિદ્યુત્-સંગ્રાહક (Condenser of electricity) કહે છે.

સાદું વિદ્યુત્ સંગ્રાહક (Simple Condenser):—આ જાતનો વિદ્યુત્-સંગ્રાહક બે ધાતુની પ્લેટોનો બનેલો હોય છે. એક પ્લેટને પૃથ્વીથી અલગ કરી (Insulate) વિદ્યુત્-દર્શક સાથે જોડેલી હોય છે અને બીજી પ્લેટ તાંબાના તાર વડે પૃથ્વીના સંબંધમાં રાખેલી હોય છે.

કાર્ય:—પ્રથમ અલગ કરેલી પ્લેટને જેટલો આપી શકાય તેટલો વિદ્યુત્-ભાર આપવામાં આવે છે, જેથી તેની સાથે જોડેલ દર્શકના વરખના પાના જેટલા

થઈ શકે તેટલા પહોળાં થાય છે. હવે જ્યારે એ પ્લેટની પાસે જેમ જેમ પૃથ્વીના સંબંધમાં રહેલી પ્લેટ લાવવામાં આવે તેમ તેમ પેલાં વરખના પાના સંકોચાતાં જાય છે. આ બીજી પ્લેટ પહેલી પ્લેટની તદ્દન નજીક રાખી વરખના સંકોચાએલા પાના પ્રથમ હતા એટલાં પહોળાં રાખવા માટે અલગ કરેલી પ્લેટ ઉપર ખૂબ વિદ્યુત–ભાર આપવો પડે છે અર્થાત્ તે પ્લેટ ઉપર વધારે વિદ્યુત–ભારનો સંગ્રહ કરી શકાય છે અથવા બીજી રીતે કહીએ તો તેની વિદ્યુત–ધારણ શક્તિમાં કૃત્રિમ વધારો કરી શકાય છે.

નોંધ—અલગ કરેલી પ્લેટની વિદ્યુત–ધારણ-શક્તિ–બે પ્લેટો વચ્ચે રહેલ માધ્યમ ઉપર અવલંબે છે. બે પ્લેટો વચ્ચે હવાને બદલે કાચની તકતી મૂકવામાં આવે છે તો અલગ કરેલી પ્લેટની વિદ્યુત–ધારણ શક્તિમાં ખૂબ જ વધારો કરી શકાય છે.

લેડન બરણી (Leyden-jar):—આમાં એક

કાચની બરણી વપરાએલી હોય છે. બરણીના તળી-એથી ટોચની થોડે નીચે સુધી તેની અંદરની તેમજ બહારની બાજુએ કલાઈના પાતળા પતરાંનું પડ લગાવેલું હોય છે. બરણીની મધ્યમાંથી અંદરના કલા-ઈના પડને અડકે એ રીતે એક ધાતુનો સળીઓ પસાર થએલો હોય છે-જેને બહારને છેડે ગઠ્ઠા જેવું રાખવામાં આવ્યું હોય છે. અંદરનું કલાઈનું પડ તથા ધાતુનો સળીઓ પૃથ્વીથી અલગ કરેલા વાહક તરીકે વર્તે છે અને બહારનું કલાઈનું પડ બરણીને હાથમાં અગર ટેબલ ઉપર મૂકવાથી પૃથ્વીના સંબંધમાં રહેલ વાહક તરીકે કામ કરે છે એથી આ બરણી એક જાતનો વિદ્યુત્-સંગ્રાહક કહી શકાય.

કાર્ય—જ્યારે બહારના ગઠ્ઠાને કોઈ વિદ્યુત્-યંત્ર સાથે જોડવામાં આવે છે ત્યારે ધારો કે ગઠ્ઠામાં ધન વિદ્યુતનો સંચાર થાય છે. પરિણામે ગઠ્ઠા સાથે સળીઆ વડે સંબંધમાં રહેલું અંદરનું કલાઈનું પડ પણ એજ પ્રકારની વિદ્યુત્ મેળવે છે પરિણામે બહારના પડની

અંદરની બાજુ ઉપર (–) વિદ્યુત્ અને બહારની બાજુ ઉપર+વિદ્યુત્ ઉપપાદિત થાય છે–પરંતુ બરણી ટેબલ ઉપર ગોઠવેલી હોવાથી ઉપપાદિત+વિદ્યુત્ પૃથ્વીમાં ચાલી જાય છે એટલે ઉપપાદિત(–)વિદ્યુત્ બહારના પડ ઉપર સર્વત્ર ફેલાય છે. હવે જો એક વિસર્જક–ચીપીયો (discharging tongs) લઈ–તેનો એક છેડો બહારના પડને અડકાડી બીજો છેડો ગઠ્ઠા પાસે લાવવામાં આવે છે તો ગઠ્ઠા અને વિસર્જક ચીપીઆના છેડા વચ્ચે એક જબરજસ્ત વિદ્યુત્ તણખો ઉત્પન્ન થઈ બરણી વિદ્યુન્મૂક્ત બને છે.

આવી બરણી પ્રથમ હોલેન્ડમાં લેડન નામના શહેરમાં ઇ. સ. ૧૭૪૬ માં વાપરવામાં આવી હતી, જેથી તે લેડન બરણી તરીકે ઓળખાય છે.

વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન કરનાર યંત્રો

આ યંત્રોના બે પ્રકાર છે. (૧) ઘર્ષણથી કામ કરતાં **ઘર્ષણ યંત્રો** અને (૨) ઉપપાદના નિયમ મુજબ કામ કરતાં **ઉપપાદન યંત્રો.**

ઉપપાદન યંત્રો

વિદ્યુત સ્ફુરક — વ્હીમશર્ટનું યંત્ર

વિદ્યુત્-સ્ફુરક (Flectro-pborus):-આ યંત્ર બહુ જ સાદા પ્રકારનું છે. એ એક ધાતુના ઘરમાં બેસાડેલી **અબનુસ** Ebonite **ની પ્લેટ** તથા **એથી સહેજ** ઓછા વ્યાસવાળી બીજી **ધાતુની પ્લેટનું** બનેલી હોય છે. ધાતુની પ્લેટને કાચ અથવા અબ-નુસ જેવા અવાહક પદાર્થનો હાથો લગાવેલો હોય છે.

કાર્યઃ-પ્રથમ અબનુસની પ્લેટને બિલાડીના ચામડા કે ઊન વડે ઘસવામાં આવે છે. જેથી તેની ઊપર ઋણ વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે. પછી એ પ્લેટ ઉપર ધાતુની પ્લેટ મૂકવામાં આવે છે અને એ બે પ્લેટો એક બીજીને બહુજ ઓછી જગ્યાએ અડકે એવી બનાવેલી હોવાથી વિદ્યુત્ ઉપપાદન થાય છે.

પરિણામે ધાતુની પ્લેટની નીચલી સપાટીએ ધન-વિદ્યુત અને ઉપલી સપાટીએ ઋણ વિદ્યુત ઉપપાદિત થાય છે. ત્યાર બાદ ધાતુની પ્લેટને આંગળી વડે અડકવામાં આવે છે જેથી ઉપપાદિત ઋણ વિદ્યુત્ સ્વતંત્ર હોવાથી પૃથ્વીમાં ચાલી જાય છે. આંગળી ઉઠાવી લઇ જેવી પ્લેટને હાથા વડે ઉંચકવામાં આવે છે કે તુરતજ નીચેની સપાટીએ ઉપપાદિત થએલી ધન વિદ્યુત્ પ્લેટની આખી સપાટી ઉપર સર્વત્ર ફેલાય છે—જે ધન વિદ્યુત્ કોઈ પણ વાહકને આપી-વાહકને વિજળીવાળો બનાવી શકાય છે. ધન વિદ્યુત્ આપવાની આ ક્રિયા ગમે તેટલી વખત ચાલુ રાખી શકાતી હોવાતી વિદ્યુત્-સ્ફુરક, વિદ્યુત્—યંત્ર તરીકે ઓળખાય છે.

વ્હીમશાર્ટનું યંત્ર (Whimshurt's machine)—

આ યંત્રની રચના બહુજ વિચિત્ર હોય છે. એમાં એક આડી ધરી ઉપર એકએકથી ઉલટી દિશામાં

ગોળ ગોળ ફરી શકે એવી બે વાર્નિશ ચોપડેલી કાચની અથવા અબનુસની પ્લેટો પાસે પાસે રાખવામાં આવી હોય છે. દરેક પ્લેટની બહારની બાજુની કિનારીએ સરખે અંતરે બેકી (Even) સંખ્યામાં **કલાઇના પતરાંની પટીઓ** (Tin-sectors) લગાવેલી હોય છે. એ પટીઓ સાથે ઘર્ષણ થાય એવા **ધાતુના બ્રશવાળા બે સળીઆ** કાટખૂણે રાખેલા હોય છે-તથા પ્લેટોની ડાબી જમણી બાજુએ અણીદાર કાંસકા જેવા **સંગ્રાહક બ્રશ** (collecting combs) ગોઠવેલા હોય છે. એ સંગ્રાહક બ્રશનું જોડાણ દરેક બાજુએ એકેક **ગઠ્ઠાવાળા વિદ્યુત-વિસર્જક**(discharging knob) સાથે કરવામાં આવેલું હોય છે.

કાર્યઃ-ધારો કે પ્લેટની એક બાજુની એકાદ કલાઇની પટીને + વિદ્યુત્ આપવામાં આવી છે તે બીજી પ્લેટની સામેની પટી ઉપર-વિદ્યુત્નું ઉપપાદન

ફરે છે અને તે પટીને અડકીને રહેલ બ્રશવાળા સળીઆને બીજે છેડે આવેલ પટી ઉપર + વિદ્યુતનું ઉપપાદન કરે છે. પ્લેટો જેમ જેમ ફરતી જાય છે તેમ તેમ એ ઉપપાદિત વિદ્યુતવાળી પટીઓ આગળ વધી સામસામેની પ્લેટની પટીઓ ઉપર વિદ્યુત્‌નું ઉપપાદન કરતી જાય છે. પરિણામ એ આવે છે કે + વિદ્યુત્ ડાબી તરફના સંગ્રાહક બ્રશ ઉપર અને− વિદ્યુત્ જમણી બાજુના બ્રશ ઉપર એકઠી થાય છે; જેથી બ્રશ સાથે જોડેલા વિદ્યુત્ વિસર્જકોના ગઠ્ઠા ઉપર વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુત્ જમા થાય છે—ગઠ્ઠાઓને પાસે લાવવાથી વિદ્યુત્ તણખા ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.

પ્રવાહ વિદ્યુત્ (Current Electricity)

વિદ્યુત્–સપાટી (Electrical level or Potential):–જેવી રીતે–પાણીની સપાટીમાં ફેર હોય તોજ પાણી ઉંચી સપાટીએથી નીચી સપાટી તરફ વહે છે, ઉષ્ણતામાન (ઉષ્ણતા–સપાટી) માં ફેર

હોય તોજ સંબંધમાં રહેલી એક વસ્તુમાંથી ગરમીનો પ્રવાહ બીજી વસ્તુ તરફ વહે છે; તેવી જ રીતે બે વિજળીવાળા પદાર્થોનું જોડાણ કરવાથી વિદ્યુત–પ્રવાહ જેની વિદ્યુત–સપાટી ઉંચી હોય છે ત્યાંથી જેની વિદ્યુત–સપાટી નીચી હોય છે તે તરફ વહે છે અર્થાત્ વિદ્યુત–સપાટીનો તફાવત હોય તો જ એક વસ્તુમાંથી બીજી વસ્તુ તરફ વિદ્યુત–પ્રવાહ વહે છે–અને જ્યારે બન્ને વસ્તુઓની વિદ્યુત–સપાટી સરખી થાય છે ત્યારે એ પ્રવાહ વહેવો બંધ થાય છે. વિદ્યુત–સપાટીના તફાવતને વિદ્યુત–સંચાલક બળ (Electro-motive -force) પણ કહે છે.

વિદ્યુત–પ્રવાહ બે રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. (૧) વિદ્યુત–કોષ અથવા બેટરીથી અને (૨) ડાયનેમા (Dynamo) વડે.

સાદા વિદ્યુત–કોષ અથવા ‘વોલ્ટા’નો કોષ (Simple or Voltaic cell).

રચના:—એક કાચનું અથવા ચિનાઈ માટીનું વાસણ લઇ—એમાં મંદ ગંધકનો તેજાબ (Dilute Sulphuric acid) રેડી—તેની અંદર એકબીજાને અડકે નહિ એ રીતે એક **જસતની** અને બીજી **તાંબાની** પ્લેઇટ મૂકી—બન્ને પ્લેટોને બહારથી તાંબાના તાર વડે જોડવાથી સાદો કોષ તૈયાર કરી શકાય છે. આ કોષના શોધક 'વોલ્ટા'ના નામ ઉપરથી તે 'વોલ્ટા'નો કોષ પણ કહેવાય છે.

કાર્ય:—જસતની અને તાંબાની પ્લેટોનું તાંબાના તાર વડે જોડાણ કરવાથી-જસત અને મંદ-ગંધકના તેજાબ વચ્ચે રસાયણિક ક્રિયા શરૂ થાય છે—પરિણામે જસત ગંધકના તેજાબમાં ઓગળે છે. જસતના ઓગળવાથી જસતનો સલ્ફેટ નામનો ક્ષાર અને હાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન થાય છે. આ રસાયણિક ક્રિયાને લીધે ઉત્પન્ન થતી રસાયણિક શકિત—વિદ્યુત્ શકિતમાં પરિણમે છે. જેથી વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થાય છે. એ

ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુતનો પ્રવાહ–હાઈડ્રોજન દ્વારા–કોષની અંદર જસતથી તાંબાની પ્લેટ તરફ આગળ વધે છે. અને કોષની બહાર તાંબાની પ્લેટ તરફથી જસતની પ્લેટ તરફ વહી વિદ્યુત્–પ્રવાહ માર્ગ (circuit) પૂરો કરે છે.

તારમાં વિદ્યુત્–પ્રવાહનું અસ્તિત્વ વિદ્યુત્પ્રવાહથી ઉપજતી ચુંબકીય અસર દ્વારા જાણી શકાય છે. તારને સોયની ચુંબકીય ધરીને સમાંતર રાખવાથી જો તારમાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહેતો હોય છે તો તે સોય ઉત્તર–દક્ષિણથી પૂર્વ–પશ્ચિમ ભણી કાટખૂણે કોણાવર્ત (deflect) થાય છે.

નોંધઃ–તેજાબની બહાર રહેલા તાંબાની અને જસતની પ્લેટોના ભાગને અનુક્રમે+ધ્રુવ અને–ધ્રુવ કહે છે.

આ સાદા કોષમાંથી વહેતો વિદ્યુત્ પ્રવાહ ધીરે ધીરે ક્ષિણ થતો જાય છે અને છેવટે વહેવો બંધ

થાય છે. આમ થવાનું કારણ કોષની ખામીઓ છે.

સાદા કોષની ખામીઓ (Defects of a Simple cell) સાદા કોષની મુખ્ય બે ખામીઓ છે. (૧) વિદ્યુત્-સ્તંભન અથવા ધ્રૂવીભવન (Polarisation) અને (૨) સ્થાનિક ક્રિયા (Local action):–

વિદ્યુત-સ્તંભન અથવા ધ્રૂવીભવન: જસત અને ગંધકના તેજાબ વચ્ચે થતી રસાયણિક ક્રિયાને લીધે ઉત્પન્ન થએલો હાઇડ્રોજન વાયુ તાંબાની પ્લેટ ઉપર પરપોટા રૂપે એકઠો થઈ ચોંટી જાય છે. એ વાયુ અન્ય વાયુઓની માફક વિદ્યુત્નો અવાહક હોવાથી વિદ્યુત્-પ્રવાહનો અવરોધ કરે છે પરિણામે વિદ્યુત્ પ્રવાહ ધીરે ધીરે નબળો પડી તારમાં વહેવો બંધ થાય છે. હાઇડ્રોજનની કોષને ગુંગળાવી મારવાની આ અસરને વિદ્યુત્સ્તંભન અથવા ધ્રૂવીભવન કહે છે.

વિદ્યુત્-સ્તંભન નીચેની બે રીતે અટકાવી શકાય

છે. (૧) યાંત્રિક રીત અને (૨) રસાયણિક રીત.

પહેલી રીતમાં તાંબાની પ્લેટને વારંવાર બહાર કાઢી તેની ઉપર એકઠો થએલો હાઈડ્રોજન વાયુ લૂછી નાંખવામાં આવે છે. અથવા પ્લેટને જોરથી હલાવવામાં આવે છે. આ રીત ઘણી જ અગવડતા ભરેલી છે.

બીજી રીતમાં કોષની બનાવટમાં જ એકાદ પ્રાણુ-વાયુપૂરક રસાયન ઉમેરવામાં આવે છે જેથી હાઈ-ડ્રોજન વાયુનું પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે. આ રીત ઘણી જ સગવડતા ભરેલી અને સચોટ હોવાથી જૂદા જૂદા પ્રાણવાયુપૂરક પદાર્થો વાપરી જૂદી જૂદી જાતના કોષો બનાવવામાં આવ્યાં છે.

સ્થાનિક ક્રિયા:—અજારૂ જસતમાંથી બનાવેલી જસતની પ્લેટમાં લોખંડ-આરસેનિક ઈત્યાદિની અ-શુદ્ધિઓ ભળેલી હોય છે. એ અશુદ્ધિઓનાં રજકણો

અને જસતનાં રજકણો વચ્ચે નાના નાના સ્થાનિક વિદ્યુત્-પ્રવાહો (Local currents) ઉત્પન્ન થાય છે. જેથી તાંબાની પ્લેટ તરફ વહેતો મૂળ પ્રવાહ નબળો પડે છે અને જસત નકામું ખવાઈ જાય છે. નાના સ્થાનિક વિદ્યુત પ્રવાહો ઉત્પન્ન થવાની આ ક્રિયા–**સ્થાનિકક્રિયા** તરીકે ઓળખાય છે. એ ક્રિયા શુદ્ધ જસતની પ્લેટ અગર તો પારો લગાવેલી જસતની પ્લેટ (Amalgamated Zinc plate) વાપરવાથી સફળતાપૂર્વક અટકાવી શકાય છે.

લેકલાન્શે કોષ (Leclanche Cell)

રચના:—આ કોષમાં બે વાસણો હોય છે. બહારના કાચના બરણી જેવા વાસણમાં સંતૃપ્ત (Saturated) નવસારનું દ્રાવણ ભરેલું હોય છે. એમાં એક જસતનો સળીઓ મૂકેલો હોય છે. અંદરના માટીના છિદ્રાળુ વાસણની મધ્યમાં એક કાર્બનની પ્લેટ મૂકેલી હોય છે. એ પ્લેટની આસપાસની જગ્યામાં ગેસ કાર્બન તથા મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડનું

મિશ્રણુ ઠાંસીને ભરેલું હોય છે. કાર્બનની પ્લેટ + ધ્રુવ અને જસતનો સળીઓ-ધ્રુવ છે.

કાર્યઃ-જ્યારે + અને-ધ્રુવને તાંબાના તારવડે જોડવામાં આવે છે ત્યારે જસત અને નવસારનાં દ્રાવણુ વચ્ચે રસાયણિક ક્રિયા થવાથી વિદ્યુત્પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. જે કોષની અંદર જસતથી કાર્બન તરફ અને કોષની બહાર તારમાં કાર્બનથી જસત તરફ વહે છે. રસાયણિક ક્રિયાને લીધે ઉત્પન્ન થયેલો હાઇડ્રોજન વાયુ છિદ્રાળુ વાસણમાંથી પસાર થઈ કાર્બનની પ્લેટ ઉપર એકઠો થવા જતાં મેંગેનીઝ ડાઈઑક્સાઇડના સંસર્ગમાં આવે છે. જેથી મેંગેનીઝ ડાઈઑક્સાઇડના પ્રાણુવાયુ સાથે તેનો સંયોગ થાય છે. પરિણામે હાઇડ્રોજનનું પાણી બને છે. અને વિદ્યુત સ્થંભન થતું અટકે છે; પરન્તુ મેંગેનીઝ ડાઈ-ઑક્સાઇડની પ્રાણવાયુ પૂરો પાડવાની શક્તિ પ્રમા-ણુમાં જરા મંદ હોવાથી બધાં હાઇડ્રોજનનું પાણી

બનતું નથી. એથી ૧૫ થી ૨૦ મીનીટ બાદ કામ આપી આ કેાષ સ્તંભિત થઇ જાય છે-તેથી જ્યાં ચાલુ વિદ્યુત્ પ્રવાહની જરૂર હેાય છે ત્યાં આ કોષ નકામેા નિવડે છે. કોષને થેાડેા સમય આરામ આપવાથી પુનઃ તે સારૂં કામ આપે છે એથી આ કોષ ટેલીફાન, ટેલીગ્રામ અને વીજળીની ઘંટડીમાં કે જ્યાં વિદ્યુત્ પ્રવાહની આંતરે આંતરે જરૂર પડે છે ત્યાં આ કેાષનેા સારેા ઉપયેાગ થાય છે. આ કોષનું વિદ્યુત્ દબાણ (વેાલ્ટેજ) આશરે ૧'૪૫ વેાલ્ટ જેટલું હેાય છે.

કેાષના ફાયદાઃ– આ કોષ વપરાતેા ન હેાય ત્યારે જસત નકામું ખવાઈ જતું નથી કે કાંઈ બગાડ થતેા નથી તેમજ તેની ઉપર કંઇપણ ધ્યાન આપવાની જરૂર રહેતી નથી. આ કેાષમાં વપરાતી વસ્તુએા તદ્દન સસ્તી હેાય છે.

શુષ્ક અથવા નિર્દ્રવ કેાષ (Dry–cell) આ કેાષ ઘણેખરે અંશે લેકલાન્શે કેાષને મળતેા હેાય છે

એમાં નવસારના દ્રાવણુને બદલે નવસારની લાહી (Paste) વપરાએલી હોય છે. કોષની મધ્યમાં એક કાર્બનની લાકડી મુકેલી હોય છે. તેની આસપાસ મેંગેનીઝ ડાઇ ઑાકસાઇઝ અને ગેસ કાર્બનના ભુકાનું મિશ્રણુ રાખેલું હોય છે. તે મિશ્રણુની ફરતે અનુક્રમે નવસાર, પ્લાસ્ટર ઑાફ પેરીસ અને ઝીંક કલોરાઈ-ડનું પડ આવેલું હોય છે. એ બધાને એક જસતની કોઠીમાં ભરી કોઠીનું મોં ડામર વડે બંધ કરેલું હોય છે:

આનું કાર્ય દરેક રીતે લેકલાન્શે કોષને મળતું હોય છે.

ઉપયેાગઃ-આ કોષમાં કશું ઢળી જાય એવું ન હોવાથી તેને ખીસામાં ઘાલી લઈ જઈ શકાય છે-જેથી તેનેા ઉપયેાગ વિજળીના પોકેટ લેમ્પ કે ટોર્ચ લેમ્પમાં ખુબ પ્રમાણુમાં થાય છે તે સુવિદિત છે.

બાઇક્રોમેટ કોષ (Bichromate cell).

રચના:–આમાં પણ એક કાચનું વાસણુ હોય છે. એ વાસણુમાં ગંધકના તેજાબ મિશ્રિત પોટાસીઅમ બાઈક્રોમેટનું દ્રાવણુ ભરેલું હોય છે. એમાં એક બીજા સાથે જોડાએલી બે કાર્બનની પ્લેટો વચ્ચે એક ઉંચો નીચો થઇ શકે એવો જસતનો સળીઓ ગોઠવેલો હોય છે; જેથી કાર્બનની પ્લેટો+ ધ્રુવ અને વચ્ચેનો જસતનો સળીઓ–ધ્રુવ બને છે.

કાર્યઃ–જ્યારે + અને -ધ્રુવને તાંબાના તાર વડે જોડવામાં આવે છે ત્યારે જસત અને ગંધકના તેજાબ વચ્ચે રસાયણિક ક્રિયા થવાથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. રસાયણિક ક્રિયાને લીધે ઉત્પન્ન થએલા હાઇડ્રોજનનું પોટાસીઅમ બાઇક્રોમેટ પાણી બનાવે છે. જેથી આ કોષમાં વિદ્યુત્ સ્તંભન થતું નથી અને એકધારો સતત્ જોરદાર વિદ્યત્ પ્રવાહ મેળવી શકાય છે. આ કોષનું વોલ્ટેજ આશરે ૨ વોલ્ટ જેટલું હોય છે.

બુન્સન કોષ (Bunsen cell):–

રચના:–આ કોષમાં બે વાસણો વપરાયાં છે–એક બહારનું કાચનું વાસણ અને બીજું અંદરનું છિદ્રાળુ વાસણ. બહારના વાસણમાં મંદ ગંધકનો તેજાબ ભરી જસતનો નળાકાર મૂકેલો હોય છે અને અંદરના વાસણમાં જલદ સુરાખારનો તેજાબ (nitric acid) ભરી કાર્બનની પ્લેટ મૂકેલી હોય છે.

કાર્ય:–જ્યારે કાર્બનની પ્લેટ (+ ધ્રુવ) અને જસતના નળાકાર (– ધ્રુવ)ને તાંબાના તાર વડે જોડવામાં આવે છે ત્યારે જસત અને ગંધકના તેજાબ વચ્ચે રસાયણિક ક્રિયાથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. રસાયણિક ક્રિયાને લીધે ઉત્પન્ન થએલા હાઇડ્રોજનનું સુરાખારના તેજાબ વડે પાણી બને છે. જેથી વિદ્યુત્–સ્તંભન થતું અટકે છે. આ કોષનું વોલ્ટેજ આશરે '૧'૯૭ વોલ્ટ જેટલું હોય છે.

નોંધ:–આ કોષમાં સુરાખારના તેજાબથી હાઈ-

ડ્રોજનનું પાણી થતી વેળાએ, ખરાબ ગંધવાળો અને નુકશાનકર્તા નાઈટ્રીક ઑકસાઈડ નામનો વાયુ નિકળે છે.

ડેનીઅલ કોષ (Daniell cell).

રચનાઃ—આમાં પણ બે વાસણો વપરાયાં છે. એક બહારનું તાંબાનું વાસણ અને બીજું અંદરનું છિદ્રાળુ વાસણ. બહારના વાસણમાં મોરથુથા (copper Sulphate)નું દ્રાવણ ભરેલું હોય છે અને અંદરના વાસણમાં મંદ ગંધકનો તેજાબ ભરી, તેમાં જસતનો સળીઓ મૂકેલો હોય છે. બહારના વાસણની ટોચે એક કાણા કાણાવાળી છાજલી (shelf) મોરથુથાના દ્રાવણને અડકે એ રીતે ગોઠવેલી હોય છે. છાજલી ઉપર મોરથુથાના ગાંગડા મૂકેલા હોય છે.

કાર્ય:-જ્યારે જસતના સળીઆને (+ધ્રુવ) અને તાંબાના વાસણને (−ધ્રુવ) તાંબાના તાર વડે જોડવામાં આવે છે ત્યારે મંદ ગંધકના તેજાબ અને

જસત વચ્ચે રસાયણિક ક્રિયાને લીધે વિજળી તથા હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ઉત્પન્ન થએલો હાઈડ્રોજન વાયુ છિદ્રાળુ વાસણમાંથી બહાર નિકળી મોરથુથાનાં દ્રાવણ સાથે સંસર્ગમાં આવે છે-પરિણામે મોરથુથામાંથી તાંબુ છૂટું પડે છે અને-હાઈડ્રોજન વાયુ ગંધકના તેજાબમાં પરિણમે છે-જેથી વિદ્યુત્ સ્તંભન થતું અટકે છે. છૂટું થએલું તાંબુ-તાંબાના વાસણ ઉપર લાગી જાય છે અને ગંધકનો તેજાબ છિદ્રાળુ વાસણમાં ચાલી જાય છે; આ રીતે મોરથુથુ વપરાઈ જતું હોવાથી મોરથુથાનું દ્રાવણ ધીરે ધીરે મંદ બને છે-જેથી તેને જલદ્ રાખવા માટે છાજલી ઉપર મોરથુથાના ગાંગડા મૂકવાની જરૂર રહે છે-જે જોઈતા પ્રમાણમાં ઓગળી દ્રાવણને એક સરખુ રાખે છે.

આ કોષનું વોલ્ટેજ આશરે ૧.૧ વોલ્ટ જેટલું હોય છે.

કોષોનું જોડાણ (Grouping of cells)

કોષોનું જોડાણ બે રીતે કરવામાં આવે છે (૧) ક્રમિક જોડાણ (Cells grouped in Series) અને (૨) સમાંતર જોડાણ (Cells grouped in parallel).

ક્રમિક જોડાણ:—જ્યારે એક કોષનો ઋણ ધ્રુવ બીજા કોષના ધન ધ્રુવ સાથે—અને બીજાનો ઋણ ધ્રુવ ત્રીજા કોષના ધન ધ્રુવ સાથે જૂદા જૂદા તાંબાના તાર વડે જોડી દેવામાં આવે અને એ રીતે જોડતાં છેવટે પહેલા કોષનો ધન ધ્રુવ છેલ્લા કોષના ઋણ ધ્રુવ સાથે જોડીએ તો એ જોડાણને ક્રમિક જોડાણ કહે છે. આવી જાતનું જોડાણ કરવાથી વિદ્યુત્-દબાણ અર્થાત્ વોલ્ટેજ વધારી શકાય છે—જેથી તારમાં ખૂબ જોરદાર વિદ્યુત્-પ્રવાહ વહે છે—પરંતુ જેટલો વખત એક કોષ કામ આપે છે એટલો જ વખત આ રીતે જોડેલા અનેક કોષોની બેટરી કામ આપી શકે છે.

સમાંતર જોડાણ:—જ્યારે જૂદા જૂદા કોષોના

ધનધ્રુવો એક તાર સાથે અને ઋણ ધ્રુવો બીજા તાર સાથે જોડવામાં આવે છે ત્યારે એ જોડાણને સમાંતર જોડાણ કહે છે. આ જાતની યોજનાથી જેટલું એક કોષનું વોલ્ટેજ હોય છે-એટલું જ અનેક કોષોની બનેલી બેટરીનું વોલ્ટેજ હોય છે-પરંતુ એક કોષ કરતાં લાંબો વખત વિદ્યુત્ પ્રવાહ મેળવી શકાય છે.

સંગ્રાહક કોષ (Accumulator) આ કોષમાં વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન થતી નથી પરંતુ તેમાં બહારથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહેવરાવી, વિદ્યુત્ શક્તિનું રસાયન શક્તિમાં રૂપાંતર કરી વિદ્યુત્ શક્તિનો સંચય કરવામાં આવે છે-જે શક્તિ પ્રવાહ રૂપે ગમે ત્યારે પાછી મેળવી શકાય છે. આ કોષનો ઉપયોગ વિશેષે કરીને વિજળીના કારખાનામાં તથા મોટર ગાડીઓ અને મોટર સાઈકલોમાં થાય છે.

રચના અને કાર્ય:-એમાં બારીક જાળી વાળી

બે સીસાની તકતીઓ આવેલી હોય છે—અને તે તકતીઓની જાળીમાં સીસાના ઑકસાઈડ તથા મંદ ગંધકના તેજાબનું મિશ્રણ ભરવામાં આવે છે. પછી એ તકતીઓને અમુક વિશિષ્ટ ઘનતાવાળા ગંધકના તેજાબમાં મૂકી—વિદ્યુત્ પ્રવાહને એ કોષમાં લાંબા સમય સુધી વહેવા દે છે; જેથી રસાયણિક ક્રિયા ચાલુ થાય છે-પરિણામે ગંધકના તેજાબનું પૃથક્કરણ થઇ—હાઇડ્રોજન અને પ્રાણવાયુ છુટાં પડે છે. પ્રાણવાયુ સીસાના રાતા ઑકસાઇડ (Pb_3O_4) સાથે ભળી જઇ જૂદા રંગનો સીસાનો પેરોકસાઈડ (PbO_2) બનાવે છે અને હાઈડ્રોજન વાયુ સીસાના પીળા ઑકસાઈડમાંથી પ્રાણવાયુ શોષી લઈ—એ ઑકસાઇડનું સીસું બનાવે છે. આ ઉપરથી આપણે જોઇ શકીએ છીએ કે વિદ્યુત્ પ્રવાહનું રૂપાંતર રસાયણ શક્તિમાં થાય છે. જે છેડેથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ દાખલ થાય છે તે છેડો આ કોષનો ધનધ્રુવ બને છે અને બીજો છેડો ઋણ ધ્રુવ બને છે.

રસાયણ શક્તિમાં વિદ્યુત્ શક્તિનું સંપૂર્ણ રૂપાંતર થયાં બાદ બન્ને ધ્રુવોને તાંબાના તાર વડે જોડવામાં આવે તો ખૂબજ શક્તિશાળી વિદ્યુત્ પ્રવાહ તારમાં વહે છે.

નોંધ :—આ કોષ અન્ય કોષોની જેમ પોતાની મેળે વિજળી ઉત્પન્ન કરતો નથી પરંતુ વિજળી લઈને પાછી આપતો હોવાથી તેને આદ્ય (Primary) કોષ ન કહેતાં ગૌણ કોષ (Secondary cell)–કહે છે.

વિદ્યુત્ પ્રવાહની અસરો (Effects of an electric current)

વિદ્યુત પ્રવાહની મુખ્ય ત્રણ અસરો છે (૧) ચુંબકીય અસર (magnetic effect) (૨) ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ અસર (Heating and lighting effect), અને (૩) રસાયણિક અસર (chemical effect).

ચુંબકીય અસરઃ-ઓર્સ્ટેંડ નામના ડેનિશ વૈજ્ઞાનિકે વિજળીની ચુંબકીય અસર નિચેના પ્રયોગો કરી ઈ. સ. ૧૮૧૯ માં શોધી કાઢી હતી.

(૧) જ્યારે ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં સ્થિર રહેલ ચુંબકીય સોય **ઉપર** સમાંતર રાખેલ વિદ્યુત-વાહક તારમાં **ઉત્તરથી દક્ષિણ** દિશા કે **દક્ષિણથી ઉત્તર** દિશા તરફ વિદ્યુત્ પ્રવાહ મોકલવામાં આવે છે ત્યારે ચુંબકીય સોયનો ઉ. ધ્રુવ પૂર્વ કે પશ્ચિમ દિશા ભણી સ્થાન ભ્રષ્ટ (deflect) થાય છે:

(૨) જ્યારે ચુંબકીય સોયની **નીચેથી** વિદ્યુત્ વાહક તારમાં **ઉત્તર દક્ષિણ** કે **દક્ષિણથી ઉત્તર** દિશા તરફ વિદ્યુત્ પ્રવાહ મોકલવામાં આવે છે ત્યારે ચુંબકીય સોયનો ઉ-ધ્રુવ **પશ્ચિમ** કે પૂર્વ દિશા તરફ સ્થાન ભ્રષ્ટ થાય છે,

ઉપરના ઓર્સ્ટેંડના પ્રયોગોમાં ચુંબકીય સોયના ઉ-ધ્રુવનું કઈ દિશા તરફ સ્ખલન થશે તે નીચેના

'એમ્પીઅર'ના નિયમ વડે સરળતાથી જાણી શકાય છે.

એમ્પીઅરનો નિયમ "ધારો કે એક મનુષ્ય ચુંબકીય સોયની સામે પોતાનું મુખ રાખી-જે દિશામાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહે છે તે દિશામાં તાર ઉપર તરતો તરતો ચાલ્યો જાય છે તો ચુંબકીય સોયનો ઉ--ધ્રુવ હંમેશાં તે મનુષ્યના ડાબા હાથ તરફ સ્થાન ભ્રષ્ટ થાય છે."

આ નિયમને બીજી રીતે નીચે મુજબ ઘટાવી શકાય છે.

"ચુંબકીય સોયની સામે જમણા હાથની હથેળી ધરી રાખવામાં આવે અને આંગળીઓ જે દિશામાં વિદ્યુત્--પ્રવાહ વહેતો હોય તે દિશામાં રાખવામાં આવે તો સોયનો ઉ--ધ્રુવ લંબાવેલા અંગુઠાની દિશામાં સ્થાનભ્રષ્ટ થાય છે."

ઉપરનો નિયમ જમણા હાથના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે.

ચુંબકીય સોયનું દિશા ભ્રષ્ટ થવાનું મુખ્ય કારણ એ છે કે જ્યારે તે સોયની ઉપરથી કે નીચેથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ કોઈ તારમાં થઈને વહે છે ત્યારે વિદ્યુત્-પ્રવાહ તે તારની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. વિદ્યુત્ પ્રવાહની આ ચુંબકીય અસર ઉપરથી ચુંબકત્વના પ્રકરણમાં દર્શાવ્યા મુજબ વિદ્યુત્-ચુંબકો (Electro-magnets) તૈયાર કરી શકાય છે. વિદ્યુત્-પ્રવાહ માપક (Galvanometer), વિદ્યુત્ ઘંટડી અને તારના સંદેશા ઝીલનાર યંત્ર વિદ્યુતની આ ચુંબકીય અસર ઉપર રચાયાં છે,

વિદ્યુત-પ્રવાહ માપક (Galvanometer)

રચના:-આમાં એક તારનું લંબચોરસ ગુંછળુ હોય છે. એ ગુંછળાની મધ્યમાં ઉભી ધરી ઉપર એક નાજુક ચુંબકીય સોય ટેકવેલી હોય છે અને તે સોયને કાટ ખૂણે એક લાંબો પાતળો એલ્યુમીનીઅમ ધાતુનો દર્શક (Pointer) જડેલો હોય છે.

સેાય તથા દર્શકની નીચે એક કેાણાંકિત ગેાળ ચંદેા (dial) આવેલેા હેાય છે.

કાર્યઃ—ગુંછળું સેાયની ચુંબકીય ધરીને સમાંતર રાખ્યાં બાદ-વિદ્યુત્ પ્રવાહ માપકનું બેટરી સાથે જોડાણ કરવાથી--બેટરીમાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ ગુંછળામાં દાખલ થાય છે. એ પ્રવાહ ચુંબકીય સેાયની ઉપરથી કે નીચેથી જેવેા પસાર થાય છે કે તુરતજ એમ્પીઅરના નિયમ મુજબ ચુંબકીય સેાય પૂર્વ કે પશ્ચિમ ભણી દિશા ભ્રષ્ટ થાય છે—પરિણામે સેાયની સાથે જડેલેા દર્શક શૂન્ય અંશથી અમુક અંશ સુધી ચંદા ઉપર જમણી કે ડાબી બાજુ ખસે છે. દર્શકનું કેાણાવર્તન વિદ્યુત્ પ્રવાહની પ્રબળતા (Strength) ના પ્રમાણમાં થાય છે. એથી આ સાધન વડે કેાઈપણ બે વિદ્યુત્ પ્રવાહની પ્રબળતા સરખાવી શકાય છે. આ જાતના વિદ્યુત્ પ્રવાહમાપકમાં ગુંછળું સ્થિર રહેતું હેાવાથી તેને **સ્થિર ગુંછળાવાળું વિદ્યુત્ પ્રવાહમાપક** કહે છે.

ફરતા ગુંછળાવાળું વિદ્યુત્ પ્રવાહમાપક (moving coil Galvanometer):—આ સાધનમાં એક સ્થિર નાળાકાર લોહચુંબકના બે અસમાન ધ્રુવ વચ્ચે એક તારનું ગુંછળું ફરી શકે એવી રચના કરવામાં આવી હોય છે. ગુંછળાની સાથે એક લાંબો પાતળો દર્શક (Pointer) જડેલો હોય છે. ગુંછળું સ્થિર હોય છે ત્યારે એ દર્શક એક સ્પ્રીંગ વડે કાપા પાડેલી પટી ઉપરના 'શૂન્ય' કાપા ઉપર સ્થિર રહે છે.

જ્યારે ગુંછળામાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહેવડાવવામાં આવે છે ત્યારે ગુંછળું ચુંબકીય બને છે—પરિણામે ચુંબકીય બનેલ ગુંછળા અને સ્થિર ચુંબક વચ્ચે પરસ્પર આકર્ષક-વિકર્ષણ થાય છે—જેથી ગુંછળું ફરે છે. ગુંછળાના ફરવાથી—દર્શક શૂન્ય કાપા ઉપરથી અમુક કાપા સુધી ખસે છે.

નોંધઃ—આવા ફરતા ગુંછળાવાળા વિદ્યુત્ પ્રવાહ-

માપક ઉપર ' એમ્પીઅર 'ના કાપા પાડવામાં આવે તો તે સાધન વિદ્યુત્-પ્રવાહ બળ માપવા માટે વાપરી શકાય છે. એને એમ્પીઅર મીટર અથવા ટુંકમાં એમમીટર (Ammeter) કહે છે-પરંતુ જો વોલ્ટના કાપા પાડવામાં આવ્યા હોય તો તે સાધન વિદ્યુત્-દબાણ માપવા માટે વાપરી શકાય છે. એને વોલ્ટમીટર (Voltmeter) કહે છે.

વિદ્યુત્-ઘંટડી (Electric Call-bell)—

મુખ્ય ભાગો:-(૧) નાળાકાર વિદ્યુત્-ચુંબક, (૨) નરમ લોખંડની પટી (Soft iron armature) (૩) સ્પ્રીંગ, (૪) સંસર્ગ પેચ (Contact Screw) (૫) હથોડી, (૬) ઘંટડીની વાડકી (Gong) અને (૭) બે સંયોજક પેચ (Binding Screws)

રચના:-નાળાકાર વિદ્યુત્ ચુંબકની નજીક નરમ લોખંડની પટી (armature) રાખેલી હોય છે. એ પટીને એક છેડે હથોડી જેવું બનાવવામાં આવ્યું

હોય છે-જે વાડકી સાથે અથડાઈ અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે. પટીને બીજે છેડે એક પોલાદની સ્પ્રીંગ જડેલી હોય છે—અને તે સ્પ્રીંગનો સંબંધ એક સ્ક્રુની અણી સાથે સાધવામાં આવ્યો હોય છે—અને એથી જ એ સ્ક્રુને સંસર્ગ પેચ કહે છે.

કાર્ય:—જ્યારે કોષમાંથી નીકળતા તારના બે છેડા, ઘંટડીને મથાળે આવેલા બે સંયોજક પેચ (Binding Screws) સાથે જોડવામાં આવે છે ત્યારે વિદ્યુત્ પ્રવાહ ધન + છેડેથી દાખલ થઇ—નાળાકાર વિદ્યુત્ ચુંબકની આસપાસ વિંટાળેલ તારમાં જાય છે-એટલે ચુંબકમાં વપરાએલું લોખંડ લોહચુંબક છે-પરિણામે તેની પાસે રહેલી નરમ લોખંડની પટી આકર્ષાય છે-જેથી તે પટીને એક છેડે આવેલી હથોડી-વાડકી સાથે અથડાઇ અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે. પરંતુ પટીના આકર્ષાવાથી સ્પ્રીંગ અને સંસર્ગ પેચનો સંબંધ તુટે છે અને વિદ્યુત

પ્રવાહ માર્ગ (circuit)માં ભંગાણુ પડે છે. જેથી બેટરીમાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહેવેા બંધ થાય છે. પ્રવાહ બંધ થતાં લેાહચુંબકનું ચુંબકત્વ નાશ પામે છે જેથી નરમ લેાખંડની પટી ઉપર-આકર્ષણ થતું નથી-એટલે તે પટી સ્થિતિ સ્થાપક હેાવાથી પાછી હઠી પેાતાના અસલ સ્થાન ઉપર આવે છે-પરિણામે સ્પ્રીંગ સંસર્ગ પેચને અડકે છે, વિદ્યુત્ પ્રવાહ ચાલુ થાય છે, વિદ્યુત્ ચુંબકેા ચુંબકપણું મેળવે છે, ફરીથી પટી આકર્ષાય છે, અને છેવટે હથેાડી વાડકી સાથે અથડાઈ અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે. આમ ઘડી ઘડી વિદ્યુત્ પ્રવાહ તુટતેા અને સંધાતેા હેાવાથી વાડકી સાથે હથેાડી ઘડી ઘડી અથડાય છે-પરંતુ સાંધતુટનેા સમય એટલેા અલ્પ હેાય છે કે આપણે ઘંટડીને સળંગ વાગતી સાંભળીએ છીએ.

તાર મેાકલવાનું યંત્ર (Telegraph) આ યંત્ર વડે વિજળીની મદદથી તારના સંદેશા એક

જગ્યાએથી બીજી દૂરની જગ્યાએ મોકલી શકાય છે. દરેક તાર ઑફીસમાં નીચેના ત્રણ સાધનો રાખવામાં આવે છે.

(૧) તારનો સંદેશો મોકલનાર-પ્રેષક યંત્ર અથવા ચાવી (Transmitter or key)

(૨) તારનો સંદેશો ઝીલનાર યંત્ર (Receiver or Morse Sounder)

(૩) બેટરી.

ચાવી (Key):–આમાં એક ધાતુનું લગભગ મધ્યમાંથી ટેકવેલું ઉચ્ચાલન (lever) હોય છે-જેને એક છેડે દટ્ટો (Knob) રાખેલો હોય છે. ઉચ્ચાલન એક સ્પ્રીંગ વડે સહેજ ઉંચકાએલું રહે છે. આ ચાવીને બેટરીના ધ્રુવ સાથે, ગ્રાહક યંત્ર (Receiver) અથવા અવાજ ઉત્પાદક (Sounder) સાથે તથા થાંભલા ઉપરથી એક સ્ટેશનેથી બીજાં સ્ટેશન સુધી જતાં તારના દોરડાં

(Line) સાથે જુદા જુદા તાર વડે જોડવામાં આવી હોય છે. બેટરીનો–ધ્રુવ, તાર ઑફીસની નજીક પૃથ્વીમાં દાટવામાં આવેલ એક ધાતુની પ્લેટ સાથે તાંબાના તાર વડે જોડવામાં આવ્યો હોય છે.

ગ્રાહકયંત્ર અથવા અવાજ ઉત્પાદક (Receiver or sounder) આ યંત્રના શોધક સેમ્યુઅલ મોર્સના નામ ઉપરથી તેને મોર્સ સાઉન્ડર કહે છે.

રચના:–આ યંત્રમાં બે વિદ્યુત્ ચુંબકો આવેલા હોય છે. એ ચુંબકોની ઉપર એક સ્પ્રીંગની મદદથી અદ્ધર રહેતાં ઉચ્ચાલનની સાથે–બરાબર ચુંબકો ઉપર રહે એમ–એક નરમ લોખંડનો કકડો (armature) જડેલો હોય છે. આ ઉપરાંત ઉંચા નીચા ગોઠવી શકાય એવા બે સ્ક્રુ ઉચ્ચાલનની ઉપર નીચે ગોઠવેલા હોય છે. જ્યારે પ્રવાહ વહેતો ન હોય ત્યારે ઉચ્ચાલન ઉપલા સ્ક્રુ સાથે અડકેલું રહે છે.

કાર્ય:-એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ તારનો સંદેશો મોકલવાનો હોય છે ત્યારે તે સ્થળે કામ કરનાર તાર માસ્તર ચાવીનો દટ્ટો આંગળી વડે દબાવે છે-જેથી ચાવીનું બેટરી સાથે જોડાણ થાય છે-પરિણામે બેટરીમાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહે છે એ વિદ્યુત્ પ્રવાહ થાંભલા ઉપર ગોઠવેલા તારના દોરડા મારફતે બીજી જગ્યાએ (સ્ટેશને) આવેલા ગ્રાહક-યંત્ર (Receiver)માં દાખલ થાય છે. પરિણામે એ યંત્રમાં વપરાએલા વિદ્યુત્ ચુંબકો ચુંબકમય બની નરમ લોખંડના કકડાને આકર્ષે છે-જેથી અદ્ધર રહેલું ઉચ્ચાલન નીચે ખેંચાય છે-અને નીચેના સ્ક્રુ સાથે અથડાઈ ' કટ ' એવો અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે. હવે જેવો તાર માસ્તર ચાવીના દટ્ટા ઉપરથી આંગળી ઉઠાવી લે છે એટલે ચાવીનું બેટરી સાથેનું જોડાણ તુટે છે-પરિણામે વિદ્યુત્ પ્રવાહ માર્ગમાં ભંગાણ પડે છે-જેથી તારના દોરડામાં પ્રવાહ વહેવો બંધ થાય છે. એટલે ગ્રાહક-

યંત્રમાં વપરાએલા વિદ્યુત્ ચુંબકોનું ચુંબકપણું ચાલ્યું જાય છે, લોખંડનો કકડો આકર્ષાતો નથી અને ઉચ્ચાલન પોતાની અસલ સ્થિતિમાં પાછું ફરે છે. ઉચ્ચાલનના પાછા ફરવાથી તે ઉપરના સ્ક્રુ સાથે અથડાય છે અને ફરીથી ' કટ ' એવો અવાજ ઉત્પન્ન કરે છે.

જો તાર માસ્તર દટ્ટા ઉપર ઝડપથી આંગળી દબાવી ઉઠાવી લે તો તે બે (કટકટ) અવાજ વચ્ચેના સમયનો ગાળો ઘણો ઓછો થાય છે અને જો ધીરે ધીરે દબાવી ઉઠાવી લે તો તે ગાળો સહેજ લંબાય છે. ઓછો ગાળો મોર્સની સંજ્ઞા (Morse code) મુજબ ટપકાં વડે અને લાંબો ગાળો લીટીવડે દર્શાવવામાં આવે છે. ટપકાં અને લીટીના સંયોજનથી અંગ્રેજી ભાષાના મુળાક્ષરો તથા આંકડાઓની સંજ્ઞાઓ ઉપજાવવામાં આવી છે. દાખલા તરીકે t એક લીટી

(—) દ્વારા, e એક ટપકાં (·) દ્વારા તથા a એક ટપકાં અને એક લીટી (· —) દ્વારા દર્શાવાય છે.

નોંધ:—તાર ઓફીસમાંથી એક ધાતુનો તાર છેક જમીનમાં ઉંડે ઉતારવાનું મુખ્ય કારણ એ છે કે વિદ્યુત્-પ્રવાહ જે તારનાં દોરડાં ઉપરથી પસાર થાય છે તે પુનઃ પૃથ્વીદ્વારા પાછો ફરી વિદ્યુત્ પ્રવાહ માર્ગ પૂરો કરે. પૃથ્વીના વિદ્યુત્ વાહકપણાનો આ રીતે સરસ ઉપયોગ કરી પરત (Return) તારના દોરડાંનો ખર્ચ બચાવવામાં આવે છે.

અવરોધ (Resistance)

જ્યારે ધાતુના તારમાંથી કે કોઈ વાહકમાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહે છે ત્યારે તે તાર પ્રવાહ સામે થોડો ઘણો વિરોધ કરે છે. વિદ્યુત્‌ના એકધારા પ્રવાહ સામે થતા આ વિરોધને વિદ્યુત્ અવરોધ કહે છે. ધાતુના તારનો અવરોધ **નીચેની ચાર બાબતો ઉપર** આધાર રાખે છે.

(૧) **તારનું વાહકપણું** (Conductivity:)-જેમ વાહકપણું વધારે તેમ અવરોધ ઓછો લાગે છે અને જેમ વાહકપણું ઓછું તેમ અવરોધ વિશેષ લાગે છે. ધાતુઓમાં ચાંદી સર્વોત્તમ વાહક છે અને એથી ઉતરતે નંબરે તાંબુ છે-એજ કારણથી વિજળી લઈ જવા સારૂ તાંબાના તાર વપરાય છે.

(૨) **તારની જાડાઇ પતળાઇ**:-પાતળા તાર વધારે અવરોધ કરે છે અને જાડાતાર ઓછો અવરોધ કરે છે.

(૩) **તારની લંબાઇ**:-લાંબા તાર વધારે અવરોધ કરે છે અને ટુંકા તાર ઓછો અવરોધ કરે છે.

(૪) **તારનું ઉષ્ણતામાન**:-ગરમ તાર વધારે અને ઠંડા તાર ઓછો અવરોધ કરે છે.

ઓહ્મ નામના વિજ્ઞાનીએ વિદ્યુત્પ્રવાહની શકિત, વિદ્યુત-દબાણ અથવા વિદ્યુત્ સપાટીનો તફાવત તથા અવરોધ એ ત્રણે વચ્ચે શો સંબંધ રહેલો છે તે

અનેક પ્રયેાગેા દ્વારા નક્કી કરી નીચેનેા સિદ્ધાંત શેાધી કાઢ્યેા જે ' ઓહ્મ 'ના કાયદા તરીકે ઓળખાય છે.

ઓહ્મનેા કાયદેા (Ohm's law):—અમુક ચેાક્કસ ઉષ્ણતામાને વાહકમાંથી પસાર થતા વિદ્યુત્ પ્રવાહની શક્તિ વાહકના છેડા ઉપર થતા વિદ્યુત્-દબાણના સમ પ્રમાણમાં તથા વાહકના અવરેાધના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હેાય છે.

$$\text{વિદ્યુત્ પ્રવાહની શક્તિ} = \frac{\text{વિદ્યુત્ દબાણ}}{\text{અવરેાધ}}$$

$$\text{current} = \frac{\text{Electro-motive-force}}{\text{Resistance}}$$

વિદ્યુત્ પ્રવાહની શક્તિ ' એમ્પીઅર 'માં મપાય છે; વિદ્યુત્-દબાણ ' વેાલ્ટ 'માં દર્શાવાય છે તથા અવરેાધ ઓહ્મના માનમાં 'ઓહ્મ' નામના એકમ વડે દર્શાવવામાં આવે છે-એથી:—

$$\text{એમ્પીઅર} = \frac{\text{વેાલ્ટ}}{\text{ઓહ્મ}}$$

ઉષ્ણતા-અસર (Heating effect):–જ્યારે વિદ્યુત્-પ્રવાહને ધાતુના અત્યંત પાતળા તારમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે તાર વિદ્યુત્-પ્રવાહનો ખૂબ અવરોધ કરે છે. પરિણામે ઘણીખરી વિદ્યુત્ શક્તિનું રૂપાંતર ઉષ્ણતામાં થાય છે. જેથી તે તાર ખૂબ ગરમ થએલો લાગે છે. જો તાર અત્યંત પાતળો હોય અને તેનું વિદ્યુત્‌વાહકપણું ખૂબ ઓછું હોય અને તે તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુત્ પ્રવાહ ખૂબ શક્તિવાળો હોય તો તે તાર ખૂબ ગરમ થઈ લાલચોળ થઈ સુંદર પ્રકાશ આપે છે. વિજળીના દીવા, વિદ્યુત્ ઇસ્ત્રી, વિદ્યુત્ ચુલા, વિદ્યુત્ કીટલી વગેરે સાધનોમાં વિદ્યુત્‌ની આ ઉષ્ણતા અસરનો વ્યવહારિક ઉપયોગ થયો હોય છે.

વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહન કરતા તારમાં કેટલી ગરમી ઉત્પન્ન થશે તે જુલ નામના વિજ્ઞાનીએ પ્રયોગદ્વારા નક્કી કરી નીચેનો નિયમ શોધી કાઢ્યો છે.

જુલનેા નિયમ (joule's law) વિદ્યુત્‌વાહક તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુત્ પ્રવાહને લીધે ઉત્પન્ન થતી ગરમી (૧) વિદ્યુત્ પ્રવાહ બળના વર્ગને પ્રમાણુસર, (૨) અવરેાધના પ્રમાણુસર તથા જેટલેા વખત વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહે છે તેટલા વખતને પ્રમાણુસર હેાય હેાય છે. ટુંકમાં:—ઉત્પન્ન થતી ગરમી=વિદ્યુત્ પ્રવાહબળ^2×અવરેાધ×વખત

$Q=C^2 \times r \times t$

Q=Quantity of heat; c=strength of the current; r=resistance and t=time.

વિજળીનેા દીવેા:—(Electric glow-lamp) વિદ્યુત્ પ્રવાહનેા પાતળા તારથી અવરેાધ થાય છે ત્યારે વિદ્યુત્ શક્તિનું રૂપાંતર ઉષ્ણુતા તથા પ્રકાશ શક્તિમાં થાય છે. એ સિદ્ધાંત ઉપર વિજળીનેા દીવેા બનાવવામાં આવ્યેા છે.

રચના:—આ દીવામાં વિદ્યુત્‌નેા ખૂબ અવરેાધ કરે તથા ઘણાં ઉંચા ઉષ્ણુતામાને પિગળે એવા

ટંગ્સ્ટન કે ટેંટેલમ ધાતુના બારિક તાંતણા જેવા તાર વપરાયા હોય છે. એ તાર એક કાચના ગોળામાં ઉતારેલા હોય છે. એ ગોળામાંથી ઘણીખરી હવા ખેંચી લઈ લગભગ 'શૂન્ય' (Vacuum) કરવામાં આવ્યું હોય છે અથવા હવા ખેંચી લીધા બાદ એ ગોળામાં નાઇટ્રોજન કે આર્ગોન જેવો નિષ્ક્રિય (Inactive) વાયુ ભરવામાં આવ્યો હોય છે. ગોળામાં શૂન્ય કર્યા બાદ કે વાયુ ભર્યા બાદ ગોળાને ઉપરથી બંધ કરવામાં આવે છે અને ગોળાની ટોચે અંદરના બારીક તારના બે છેડાને જોડેલી બે ધાતુની ટીકડીઓ લગાવેલી હોય છે.

કાર્યઃ—જ્યારે એ બે ધાતુની ટીકડીઓ સાથે વિજળીના તાર જોડવામાં આવે છે ત્યારે ટંગ્સ્ટન કે ટેંટેલમ ધાતુના તાંતણા જેવા તારમાંથી વિદ્યુત્પ્રવાહ પસાર થાય છે. અને એ તાર ખૂબ અવરોધ આપતો હોવાથી અત્યંત ગરમ થઇ સુંદર પ્રકાશ આપે છે.

નોંધ;—,શૂન્ય' રાખવાનું કે નિષ્ક્રિય વાયુ ભર-

વાનું મુખ્ય પ્રયોજન ગરમ તાર અને હવા વચ્ચે થતી રસાયણિક ક્રિયા અટકાવવા પૂરતું હોય છે. હવા હોય તો ગરમ થએલ ધાતુનો તાર હવામાંના પ્રાણવાયુ સાથે સંયુક્ત થઈ બળી જાય છે.

વિજળીનો આર્ક લેમ્પ Electric arc–lamp વિજળીના દીવાની જેમ આ આર્કલેમ્પ પણ વિજળીની ઉષ્ણતા તથા પ્રકાશ અસર ઉપર રચાએલો છે. એ મુખ્યત્વે કરીને બે અણિદાર કાર્બનના સળીઆનો બનેલો હોય છે. કાર્બન વિદ્યુત્ પ્રવાહનો ખુબ અવરોધ કરે છે. પ્રથમ બન્ને કાર્બનના અણિદાર છેડાને અડકાડી રાખી, તેમાંથી ભારે વિદ્યુત્ પ્રવાહ પસાર કરી, બન્ને છેડાને સહેજ દૂર ખસેડી લેવામાં આવે છે કે તુરતજ એ બે છેડાઓ વચ્ચે એક અત્યંત કમાન આકાર પ્રકાશિત જ્યોત પ્રગટે છે. એ જ્યોતનું ઉષ્ણતામાન પણ ઘણું જ વિશેષ હોય છે. આવા ઉંચા ઉષ્ણતામાને કાર્બનના રજકણો વાયુરૂપ બને છે. આ વાયુરૂપ બનેલા રજકણોને લીધે વિદ્યુતપ્રવાહ

માર્ગ અખંડ જળવાઈ રહે છે કારણ કે તે રજકણો કાર્બનના+ધ્રુવ ઉપરથી છૂટાં થઇ-ધ્રુવ તરફ જઈ ત્યાં એકઠાં થાય છે, એથી કાર્બનના+ધ્રુવવાળા સળીઆમાં ખાડો પડે છે અને(–)ધ્રુવવાળો સળીઓ શંકુઆકારનો અથવા વધારે અણિદાર બને છે. આર્કલેમ્પનો ઉપયોગ સર્ચલાઇટ તથા બોલપટગૃહ cinema માં વિશેષે કરીને થાય છે.

વિદ્યુત ફ્યુઝ (:Electric fuse wire):— આ એક સહેલાઈથી પિગળી જાય એવો કલાઇ અને સીસાના મિશ્રણમાંથી બનાવેલો ટુંકો તાર હોય છે. એ તારને ઘર વપરાશમાં લીધેલી વિજળીના વિદ્યુત્ પ્રવાહ માર્ગ (circuit)માં ગોઠવવામાં આવે છે. ક્વચિત્ અસાધારણ બળનો વિદ્યુત્ પ્રવાહ-વિદ્યુત્ પ્રવાહ માર્ગમાંથી પસાર થાય છે તો આ તારનું ગલન-બિંદુ (melting point) પ્રમાણમાં ઓછું હોવાથી, તે તાર તુરતજ પિગળી જાય છે. પરિણામે વિદ્યુત પ્રવાહ માર્ગમાં ભંગાણ પડે છે અને વિદ્યુત્

પ્રવાહ આગળ વહી શકતો નથી જેથી વિજળીના દીવા કે ઘરને કશું નુકશાન થતું નથી.

રસાયણિક અસર (chemical effect):— જ્યારે વિદ્યુત્ પ્રવાહને પાણી, તેજાબ કે કોઈપણ ક્ષારના દ્રાવણમાં પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પદાર્થો પોતાનાં અંગભૂત દ્રવ્યોમાં છૂટા પડે છે. સંયુક્ત પદાર્થના વિજળીના પ્રવાહથી અંગભુત દ્રવ્યોમાં વિભક્ત થવાની આ ક્રિયાને વિદ્યુત પૃથક્કરણ (Electrolysis) કહે છે.

પાણીનું વિદ્યુત પૃથક્કરણ:—(Electrolysis of water)

એક ખાસ જાતનું સાધન જેને વોલ્ટામીટર (Voltameter) કહે છે, તેમાં સહેજ ગંધકના તેજાબ મિશ્રિત પાણી ભરવામાં આવે છે. તેજાબ ઉમેરવાનું પ્રયોજન એ છે કે શુદ્ધ પાણી વિદ્યુતનો મંદવાહક છે. ત્યારબાદ વોલ્ટામીટરમાં આવેલા પ્લેટીનમ ધાતુના બે વિદ્યુત્ છેડા (electrodes) ઉપર એકેક સરખાં

કદની, તેજાબ મિશ્રિત પાણીથી ભરેલી કશનળી ઉંધી વાળી, મૂકવામાં આવે છે અને જેવો વિદ્યુત્ પ્રવાહ ચાલુ કરવામાં આવે છે કે તુરતજ પાણી પોતાનાં અંગભૂત તત્વો હાઈડ્રોજન અને પ્રાણવાયુમાં વિભક્ત થાય છે. પ્રાણવાયુ વિદ્યુતના ધનછેડા (Anode) ઉપર મૂકેલી કશનળીમાં અને હાઇડ્રોજન વિદ્યુતના ઋણછેડા (kathode) ઉપર મૂકેલી કશનળીમાં પાણીને નીચે ધકેલી એકઠાં થાય છે. હાઇડ્રોજન અને પ્રાણવાયુનું કદ પ્રમાણ ૨ : ૧ હોય છે.

એવીજ રીતે જ્યારે મીઠાના દ્રાવણમાંથી વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે મીઠું સોડીઅમ અને ક્લોરિન નામના ધાતુ અને અધાતુ તત્ત્વોમાં છૂટું પડે છે.

વિદ્યુત પ્રવાહની રસાયણિક અસરનો વ્યવહારિક ઉપયોગ હલકી ધાતુઓ ઉપર કિંમતી ધાતુનો ઢોળ ચઢાવવામાં થાય છે. જેને વિદ્યુત રંજન Electro-plating કહે છે.

વિદ્યુત્ રંજન કરવામાં જે ધાતુનો (ચાંદી, સોનું) ઢોળ ચઢાવવો હોય તેને વિદ્યુતકોષના ધન ધ્રુવ સાથે જોડવામાં આવે છે અને જે ધાતુ ઉપર (દા. ત. તાંબાનો ચમચો) ઢોળ ચઢાવવાનો હોય છે તેને વિદ્યુત્ કોષના ઋણ ધ્રુવ સાથે જોડવામાં આવે છે. ત્યારબાદ જે ધાતુનો ઢોળ ચઢાવવાનો હોય છે તે ધાતુના દ્રાવ્ય ક્ષારમાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. એટલે તે ક્ષાર ધાતુ અને અધાતુ તત્વોમાં વિભક્ત થાય છે. પરિણામે ધાતુતત્વ ઋણ ધ્રુવ સાથે જોડાએલ હલકી ધાતુ ઉપર લાગી જાય છે.

વિદ્યુત્ પૃથક્કરણના નિયમો.—(Laws of electrolysis) માઈકલ ફેરેડે નામના સમર્થ વૈજ્ઞાનિકે અનેક પ્રયોગો કરી નીચેના તેના નામથી ઓળખાતા વિદ્યુત પૃથક્કરણના નિયમો શોધી કાઢ્યા.

નિયમ પહેલો.:—વિદ્યુત્ પ્રવાહથી પૃથક્ થએલ તત્વનું વજન વપરાએલી વિજળીના જથ્થાને પ્રમાણસર હોય છે.

વિજળીનો જથ્થો=વિજળીનો પ્રવાહ×વખત

વિજળીનો જથ્થો કુલંબ (coloumb) માં દર્શાવાય છે.

જો એક એમ્પીઅર વિજળીનો પ્રવાહ એક સેકન્ડ સુધી પસાર થાય તો એક કુલંબ જેટલી વિજળી વપરાય છે.

નિયમ બીજો:—જુદા જુદા પદાર્થોના દ્રાવણમાં એક સરખો વિદ્યુત્ પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે તો સરખા વખતમાં જુદા જુદા પદાર્થોમાંથી પૃથક્ થતાં જુદા જુદા તત્વોનું વજન તેઓના રસાયણિક સમાનાંક (chemical equivalent) ને પ્રમાણસર હોય છે.

સમજુતી:—એક ગ્રામ હાઈડ્રોજન તત્વ છુટું પાડવા એક એમ્પીઅર વિદ્યુત્ પ્રવાહ ૯૬૪૯૪ સેકન્ડ સુધી પસાર કરવો પડે છે અથવા ૯૬૪૯૪ કુલંબ જેટલી વિજળી આપવી પડે છે. એટલીજ વિદ્યુતથી

પ્રાણવાયુ, તાંબુ, ચાંદી વગેરે તત્વો અનુક્રમે ૮ ગ્રામ ૩૧·૮ ગ્રામ અને ૧૦૮ ગ્રામ છૂટાં પડે છે. એથી ૮, ૩૧·૮ અને ૧૦૮ પ્રાણવાયુ, તાંબુ તથા ચાંદીના રસાયણિક સમાનાંક કહેવાય છે:—

નોંધ:—એક કુલંબ વિજળી પસાર કરવાથી કોઈ પણ તત્વ જેટલા ગ્રામ છૂટો થાય છે તેને વિદ્યુત્-રસાયણિક સમાનાંક (Electro-chemical equivalent) કહે છે. દા. ત. હાઈડ્રોજનનો વિ. ર. સ. $\frac{૧}{૯૬૪૯૦}$ હોય છે અને ચાંદીનો વિ. ર. સમાનાંક $\frac{૧૦૮}{૯૬૪૯૦}$ હોય છે. એટલે એક કુલંબ વિજળી વડે ચાંદી $\frac{૧૦૮}{૯૬૪૯૦}$= ·૦૦૧૧૧૮ ગ્રામ છૂટી પડે છે. ટુંકમાં નીચેના સમીકરણની મદદથી કોઈપણ તત્વ કેટલું છુટું થશે તે જાણી શકાય છે.

પૃથક્ થએલ તત્વનું વજન=તે તત્વનો વિદ્યુત્ રસાયણિક સમાનાંક×વિદ્યુત્ પ્રવાહ (એમ્પીઅર)× વખત (સેકન્ડ)

ઉપપાદિત વિદ્યુત પ્રવાહો (Induced currents) જ્યારે લોહચુંબકના એકાદ ધ્રુવને *તાંબાના તારના ગુંછળા (coil) નજીક વા દૂર લઇ જવામાં આવે છે ત્યારે ગુંછળામાં જે ક્ષણિક અને ઉલટ-સુલટ વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઉપપાદિત વિદ્યુત્ પ્રવાહ (Induced current) કહે છે.

અથવા

જ્યારે તારના ગુંછળાને લોહચુંબકના બે વિષમ ધ્રુવો વચ્ચે રાખી ગોળ ગોળ ફેરવવામાં આવે છે ત્યારે પણ ગુંછળામાં જે ઉલટસુલટ વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે તેને પણ ઉપપાદિત વિદ્યુત્ પ્રવાહ કહે છે. જો તારના ગુંછળાના બે છૂટા છેડા સાથે એકાદ વિદ્યુતમાપકયંત્ર (Galvanometer) જોડવામાં આવે તો તે યંત્રની ચુંબકીય સોય એકાએક ડાબી અથવા જમણી બાજુ સ્થાનભ્રષ્ટ થાય છે. જેથી ગુંછળામાં વિદ્યુત પ્રવાહ વહે છે એમ અનુમાન કરી શકાય છે.

ઉપરના પ્રયોગો ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે જ્યારે લોહચુંબક અથવા તારનું ગુંછળું ગતિમાં હોય છે ત્યારેજ ઉપપાદિત વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. ઉપપાદિત વિદ્યુત્ પ્રવાહનું ઉત્પન્ન થવાનું મુખ્ય કારણ **ચુંબક બળમાં થતો ફેરફાર** છે. જેટલી ઝડપથી લોહચુંબક અથવા ગુંછળું ગતિ કરે છે તેટલો જ ઝડપી ફેરફાર ચુંબકબળમાં થાય છે. પરિણામે ગુંછળામાં ભારે વિદ્યુત્ પ્રવાહ વહે છે.

સાદો ડાયનેમો (Simple dynamo):—આ યંત્ર વડે નજીવા ખર્ચે વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. એ યંત્ર ઉપર દર્શાવેલા ઉપપાદિત વિદ્યુત્ પ્રવાહના સિદ્ધાંત મુજબ કામ કરે છે.

રચના:-૧. વિદ્યુત્ ચુંબક (Electro-magnet) ૨. આર્મેચર (armature):—લોખંડના નળા ઉપર વિંટાળેલું તારનુ ગુંછળું, ૩. બે ધાતુ મુદ્રા (metal rings):—જે વિદ્યુત્ પ્રવાહને એકઠો કરે છે. ૪. બે

બ્રશ (Brushes):-એ ધાતુની વળી શકે એવી પટીઓનાં બનેલાં છે. જેનું કામ પ્રવાહને ડાયનેમા-માંથી બહાર લઈ જવાનું છે.

કાર્ય:—જ્યારે આર્મેચરને પેટ્રોલ, તેલ કે વરાળયંત્રથી વિદ્યુત્ ચુંબકોના વિષમ ધ્રુવો વચ્ચે ખુબ ઝડપથી ગોળગોળ ફેરવવામાં આવે છે ત્યારે ચુંબક બળમાં ઘણો જ ઝડપી ફેરફાર થાય છે. પરિણામે ગુંછળામાં જોરદાર વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉપપાદિત થાય છે. એ પ્રવાહને ધાતુમુદ્રા એકઠો કરી, બ્રશ મારફતે બહાર મોકલે છે. આ જાતના ડાયનેમાથી ઉલટ સુલટ alternating વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. એ ઉલટસુલટ વહેતા પ્રવાહને સરલ direct એટલે એક દિશામાં વહેતો કરવાને બે ધાતુ મુદ્રાને સ્થાને, વચ્ચેથી ચીરાએલી એક ધાતુમુદ્રા (Split-ring) વપરાય છે.

નોંધ :- કાયમી ચુંબકને બદલે વિદ્યુત્ ચુંબક

વાપરવાથી ખૂબ શક્તિશાળી ઉપપાદિત વિદ્યુત પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.

વિજળિક મોટર ((Electric motor):-

રચના :- (૧) એક કાયમી લોહચુંબક, (૨) તારનું ગુંછળું વિંટાળેલું આર્મેચર, (૩) વચમાંથી ચીરાએલી ધાતુમુદ્રા, (૪) બે બ્રશ અને (૫) પ્રવાહ લઈજતાં તારો. ટુંકમાં આની રચના ડાયનેમાને મળતી છે.

કાર્ય:—જ્યારે આ મોટરમાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તારનું ગુંછળુ વિદ્યુત્‌ની ચુંબકીય અસરને લીધે ચુંબકમય બને છે. એ ચુંબકમય તારના ગુંછળા અને મોટરમાં વપરાએલ કાયમી લોહચુંબક વચ્ચે અરસપરસ આકર્ષણ અને અપાકર્ષણને લીધે ગુંછળુ ગોળગોળ ફરે છે. ગુંછળા સાથે પટાથી કોઈ યંત્રનું જોડાણ કરવામાં આવે તો તે યંત્રના પૈડાં પણ ગોળ ગોળ ફરવા માંડે છે. આથી આવી વિજળીક

મોટરો મીલમાં, કારખાનામાં, ટ્રામ ગાડીમાં કે વિ-
જળીની મદદથી ચાલતા પંખામાં વપરાય છે.
નોંધ :—ડાયનેમા તથા વિજળીક મોટરમાં ફક્ત
એટલોજ ભેદ છે કે ડાયનેમોમાં યાંત્રિક શક્તિનુ રૂપાં-
તર વિદ્યુત્ શક્તિમાં થાય છે જ્યારે મોટરમાં વિદ્યુત
શક્તિનું રૂપાંતર યાંત્રિક શક્તિમાં થાય છે.

વિદ્યુત્ પરિવર્તક (Tranformer):—વિદ્યુત્-
પ્રવાહ ઉપપાદનના સિદ્ધાંત મુજબ કામ કરતું—વિજ-
ળીક દબાણને ઓછું વધતું કરવા માટે વપરાતું આ
એક સાધન છે. એમાં એક નરમ લોખંડની કડી
વપરાએલી હોય છે. એ કડી ઉપર ઓછા વધતા
આંટાવાળા બે તારના ગુંછળા વિંટાળેલા હોય છે
જે ગુંછળામાંથી વિજળીનો પ્રવાહ દાખલ થાય છે
તેને પ્રાથમિક ગુંછળું (Primary coil) કહે છે
અને જે ગુંછળામાંથી વિદ્યુત્ પ્રવાહ બહાર નીકળે છે
તેને ગૌણ અથવા દ્વિતિય ગુંછળું (Secondary
coil) કહે છે.

જ્યારે વિદ્યુત્ પ્રવાહ પ્રાથમિક ગુંછળામાં દાખલ કરવામાં આવે છે ત્યારે ગુંછળું ગૌણ ગુંછળામાં વિદ્યુત્ પ્રવાહનું ઉપપાદન કરે છે. જો પ્રાથમિક ગુંછળા કરતાં ગૌણ ગુંછળામાં તારના આંટાની સંખ્યા ઓછી હોય છે તો મૂળ દબાણ કરતાં ઓછા દબાણ વાળો વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉપપાદિત થાય છે. આ ટ્રાન્સ-ફોર્મરને step-down ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે અને લાઈનમાંથી ઘરમાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ દાખલ કરવામાં આ જાતનો ટ્રાન્સફોર્મર વપરાય છે. પરંતુ પાવર-હાઉસ-માંથી ઉત્પન્ન થએલો વિદ્યુત્ પ્રવાહ દૂર દૂર લઈ જવો હોય છે ત્યારે વિદ્યુત્ દબાણને ખૂબ વધારવાની જરૂર પડે છે. એટલે પ્રાથમિક ગુંછળા કરતાં વધારે આંટા-વાળું દ્વિતિય ગુંછળું હોય એવો step-up ટ્રાન્સ-ફોર્મર વાપરવો પડે છે.

નોંધઃ—બે ગુંછળાના આંટાંની સંખ્યાને પ્રમાણુ-સર વિદ્યુત્ દબાણ વધે ઘટે છે.

બેલનેા ટેલીફેાન (Bell's telephone):- આ યંત્ર મૂળ સ્કોટલેન્ડના વતની ગ્રેહામ બેલ નામના વિદ્યાનીએ અમેરીકામાં ઇ. સ. ૧૮૭૬ માં પ્રથમ શેાધી કાઢયું. એ યંત્ર દ્વારા મનુષ્યની સાક્ષાત વાણી વિજળીની મદદથી એક જગ્યાએથી દૂરની બીજી જગ્યાએ સ્પષ્ટ સાંભળી શકાય છે. એમાં સ્વર મેાકલનાર પ્રેશકયંત્ર (Transmitter) અને સ્વર ઝીલનાર ગ્રાહકયંત્ર (Receiver)ની રચના સરખી હેાય છે.

ગ્રાહક યંત્રની રચના:—એમાં એક નાળાકાર કે ગજીયેા લેાહચુંબક વપરાયેા હેાય છે. એ ચુંબકના બન્ને ધ્રુવેા ઉપર એકેક નરમ લેાખંડનેા ટુકડેા લગાવેલેા હેાય છે. અને તે ટુકડાની આસપાસ તાંબાનેા તાર વિંટાળી, ગુંછળા જેવું કરવામાં આવ્યું હેાય છે. ગુંછળાના છૂટા છેડાએા લાઇનના તાર સાથે જોડેલાં હેાય છે. નરમ લેાખંડના ટુકડા પાસે એક લેાખંડનેા પાતળેા પડદેા (diaphragm) રાખેલેા હેાય છે.

કાર્ય:—જ્યારે કોઈ મનુષ્ય લોખંડના પડદા પાસે ઉભો રહી બોલે છે ત્યારે તે પડદો, અવાજનાં આંદોલનોને લીધે ધ્રુજે છે–એથી ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરફાર થાય છે. આ ફેરફારથી નરમ લોખંડના ટુકડાની આસપાસ વિંટાળેલ તારમાં વિદ્યુત્ પ્રવાહ ઉપપાદિત થાય છે; અને એ ઉપપાદિત પ્રવાહ લાઈનના તારમાં દાખલ થાય છે. લાઇનના તાર મારફતે એ પ્રવાહ અન્ય સ્થળે એકાદ માઈલ ઉપર આવેલ ગ્રાહકયંત્રમાં દાખલ થઈ–તારના ગુંછળામાં પ્રવેશ કરે છે–પરિણામે ગ્રાહકમાં વપરાએલ ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરફાર થાય છે અને ગ્રાહકનો લોખંડનો પડદો, પ્રેશકના પડદાની માફક ધ્રુજવા લાગે છે. ગ્રાહકના પડદાની ધ્રુજારી, સર્વાંશે પ્રેશકના પડદાની ધ્રુજારીને મળતી હોય છે–જેથી મૂળ અવાજ પુનઃ ઉત્પન્ન થાય છે જે ગ્રાહકયંત્રને કાન પાસે ધરી રાખવાથી સાંભળી શકાય છે.

માઈક્રોફોન (micro–phone):—આધુનિક ટેલીફોનમાં પ્રેશકયંત્ર (Transmitter) તરીકે માઈ-

ટ્રૉફોન વપરાય છે. એમાં એક ભુંગળા જેવું મુખપટ (mouth-piece) હોય છે. મુખપટની પાછળ કાર્બનનો પડદો રાખેલો હોય છે. એ પડદાની પાછળ કાર્બનના ચોસલા વચ્ચે કાર્બનનાં બારિક રજકણો ભરેલાં હોય છે.

કાર્ય:—જ્યારે કોઈ મનુષ્ય મુખપટની પાસે ઉભી બોલે છે ત્યારે કાર્બનનો પડદો ધ્રુજવા લાગે છે. પડદાની ધ્રુજારીથી-પડદા પાછળ ગોઠવેલાં કાર્બનના રજકણોની ગોઠવણીમાં ફેરફાર થાય છે. જેથી વિદ્યુત્ કોષમાંથી લાઈનમાર્ગે જતાં વિદ્યુત્ પ્રવાહના અવરોધમાં અને તે કારણથી વિદ્યુત્ પ્રવાહબળમાં પણ એવો જ ફેરફાર થાય છે. આવા ફેરફારવાળો વિદ્યુત્ પ્રવાહ લાઈનના તાર મારફતે દૂરના ગ્રાહકયંત્રમાં પ્રવેશ કરે છે. જેથી તે ગ્રાહકયંત્રનો લોખંડનો પડદો એવી જ રીતે આંદોલન કરે છે. પરિણામે મૂળ અવાજ ઘણે દૂર સુધી પણ સ્પષ્ટ સાંભળી શકાય છે.

સમાપ્ત.